

热轧无缝钢管生产技术

高秀华

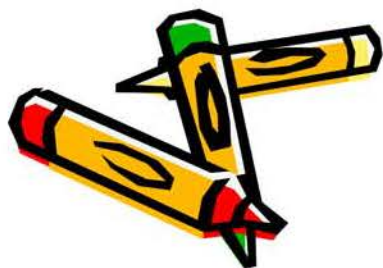
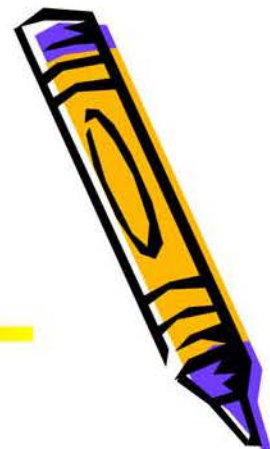
东北大学

轧制技术及连轧自动化国家重点实验室



主要内容

- 无缝钢管生产概述
- 穿孔工艺及设备特征
- 轧管工艺及设备特征
- 定减径工艺
- 热轧无缝钢管生产工艺流程
- 其它实际问题

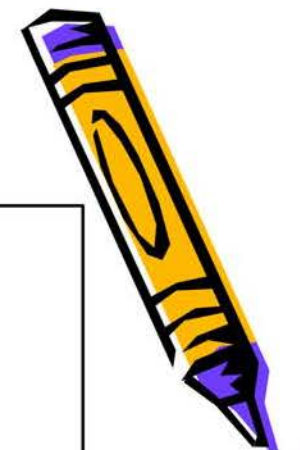
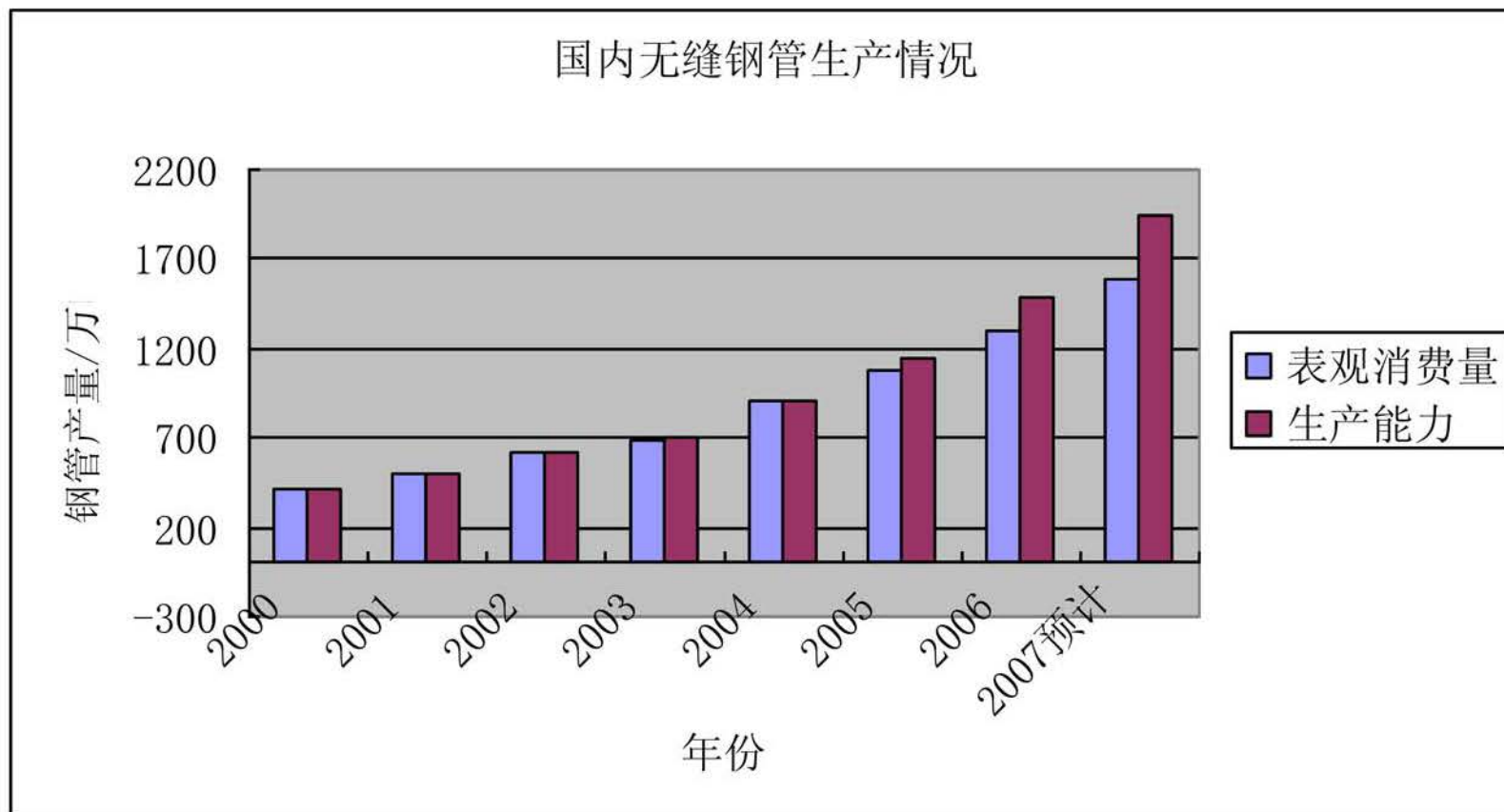


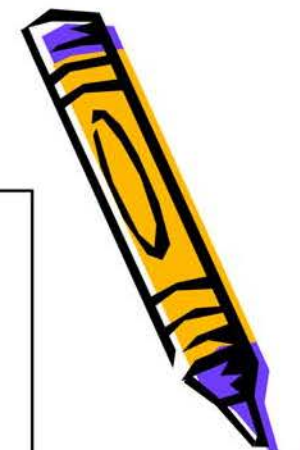
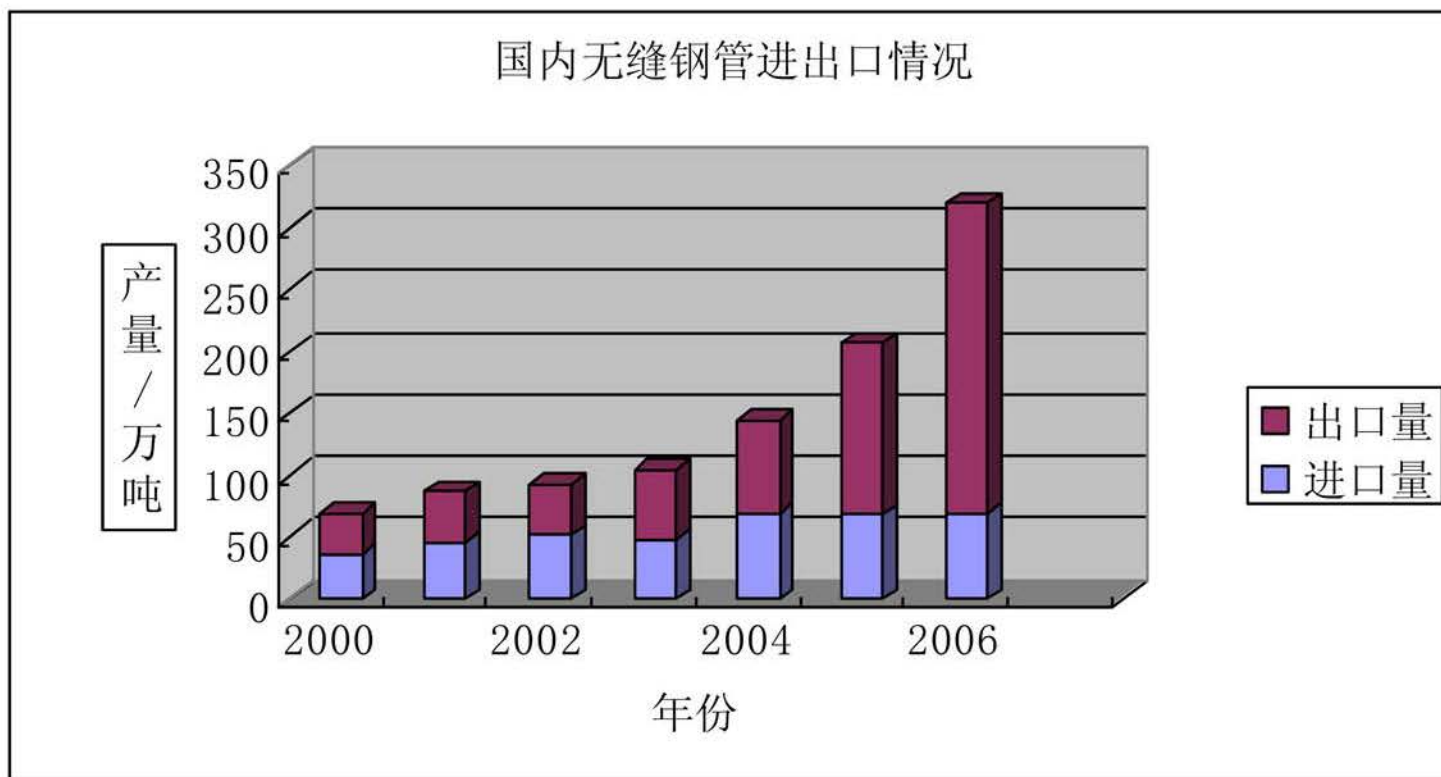
1 无缝钢管生产概述

近年来，随着钢铁行业进入快速发展时期，我国钢管企业也在迅猛发展，各企业生产规模不断扩大。从2000年到2006年，国内无缝钢管表观需求量由418.9万吨增长到1303万吨，短短六年之内增长了两倍。与此同时，国内无缝钢管生产量由415.8万吨增长到1484万吨，增长了近2.6倍；生产量从2003年开始超过国内表观需求量，其差额也在逐年增大，2006年已达到180万吨。预计2007年国内无缝钢管生产能力将达到1950万吨，表观消费量预计1580万吨。



国内无缝钢管生产情况

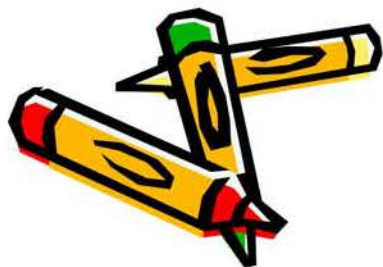
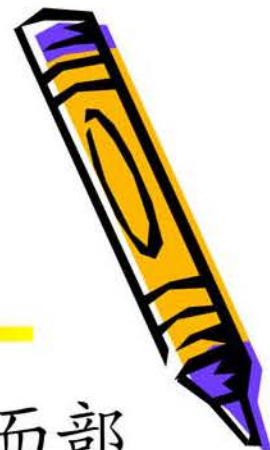




无缝钢管行业四大特点

- 产品结构上，表现出中低端产品产能过剩而部分高端产品供应不足的现象。

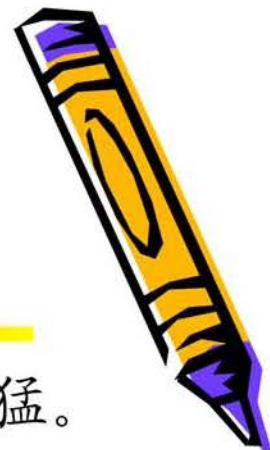
这从2006年无缝钢管进出口产品结构可以看出：国内无缝钢管进口总量69.4万吨，主要品种是高钢级、特殊扣型油井用管、合金钢锅炉管等；而同期无缝钢管出口总量250.5万吨，主要品种是普通油井用管、管线管。



无缝钢管行业四大特点

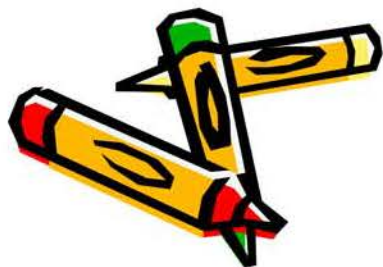
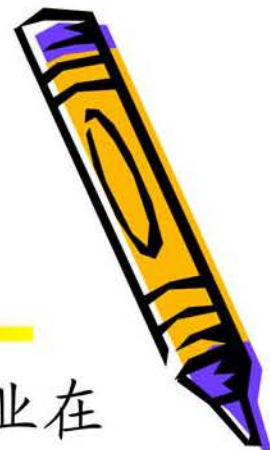
- 产业布局趋于合理，民营无缝钢管企业产能发展迅猛。

低端普管市场竞争十分激烈，国营大型无缝钢管企业在低端市场已逐步处于竞争劣势。近年发展最快的应属华北、华东等地的民营企业，出于投资总额及投资回收期等因素的考虑，民营无缝钢管企业主要采用的是穿孔+冷拔（轧）或热轧等简单、低投入的设备和生产工艺，绝大部分没有热处理能力，产品也主要是中小口径（ ϕ 273 以下）结构用管、流体用管等普通管材，其产品成本非常低，加上灵活的销售策略，民营无缝钢管企业在普通管材的销售上优势十分明显，在部分普管市场以逐步占据主导地位。



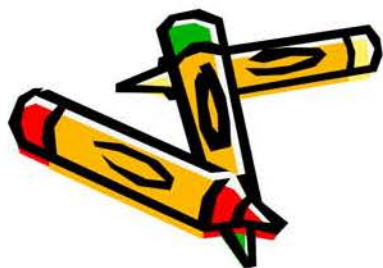
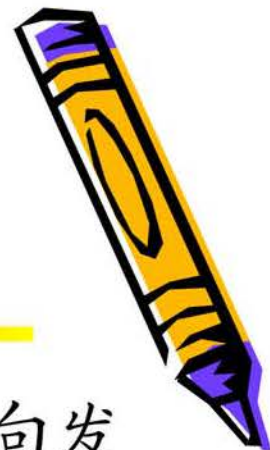
无缝钢管行业四大特点

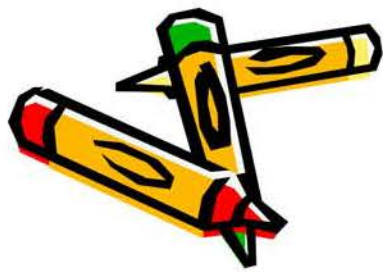
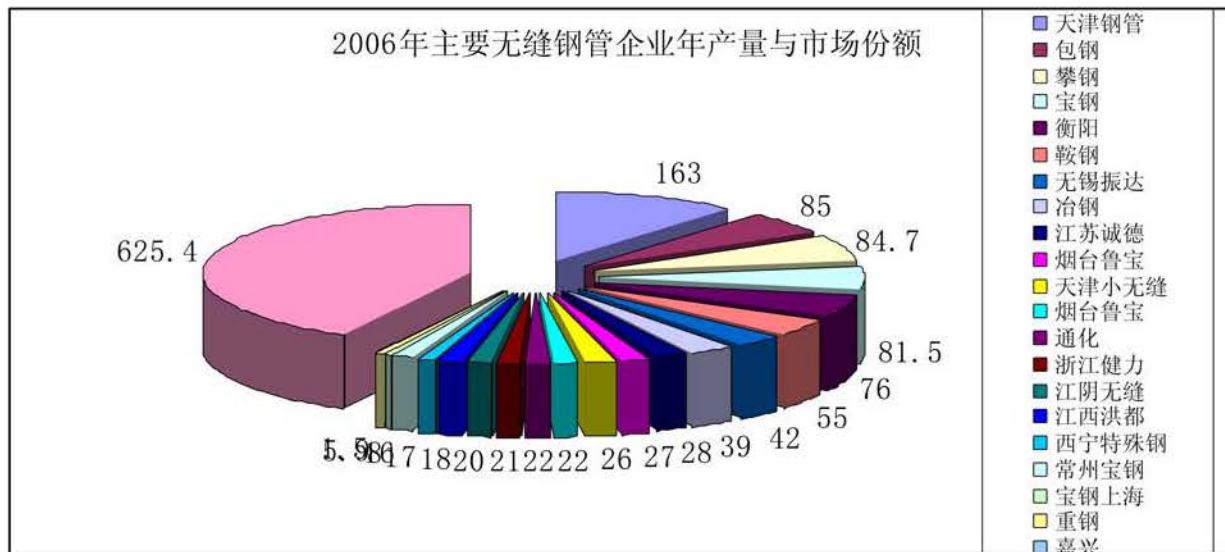
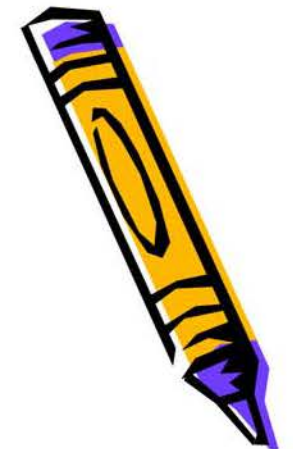
随着普管市场竞争的加剧，部分实力较强的民营企业在装备方面已逐步加大投入，新建了连轧管机组、Accu-Roll机组和热处理、车丝、精整等配套设施，大力开拓油井管、高压锅炉管等专用产品市场，无缝钢管市场竞争将向中高端产品方向发展。



无缝钢管行业四大特点

- 生产集中度大幅降低，有逐步向分散化方向发展的趋势。
- 替代产品的冲击愈加强烈。目前国内板带、焊管产能都非常大，焊管是纯替代产品，其对无缝钢管的价格优势非常明显，近年新上焊管机组如宝钢ERW、UOE机组工艺先进、产品质量高，将对无缝钢管市场造成全线冲击。





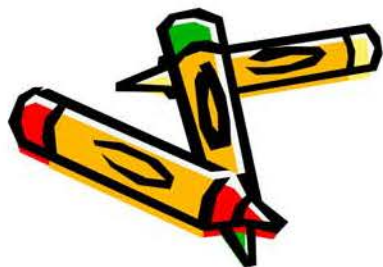
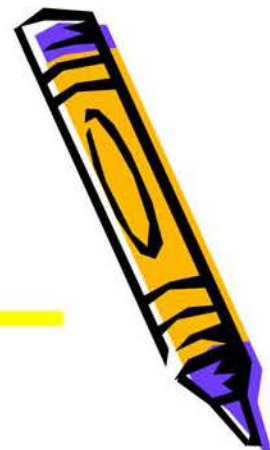
无缝管生产企业概况

目前我国有无缝管厂家130家左右;近200台套机组,其中能生产热轧成品管且工艺技术装备较完整的有近30家,生产总量超过了800万吨,占无缝钢管总量的60%以上,这类生产厂绝大多数为国有企业,技术装备先进、单线生产能力高,产品质量好。剩下的企业主要是为冷轧冷拔提供毛管或荒管坯料的中小企业,这类企业的设备比较简单,一般的流程是采用穿孔+打头或穿孔+轧管+打头后配备冷轧冷拔及酸洗,单线生产能力较低,产品以结构管、低中压锅炉管和一些多规格小批量的冷轧冷拔产品为主。在这类企业中也有一批装备水平适中,产品质量较好的企业,它们占据了相当的份额。

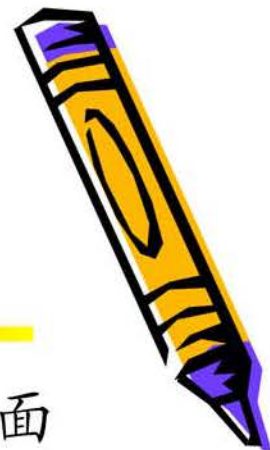


无缝管生产企业概况

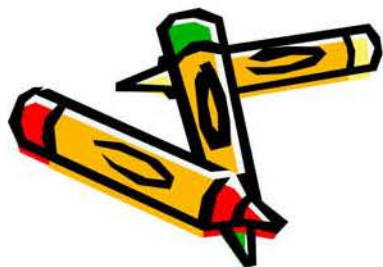
这些企业之所以能够发展是他们找准了市场的空间，生产那些大型企业不愿意或不能生产的小批量、多规格、多品种、薄壁的一些产品，由于产品质量较好且生产成本较低，他们的产品在市场上具有较强的竞争力，目前这类企业已成为无缝钢管生产的重要力量。

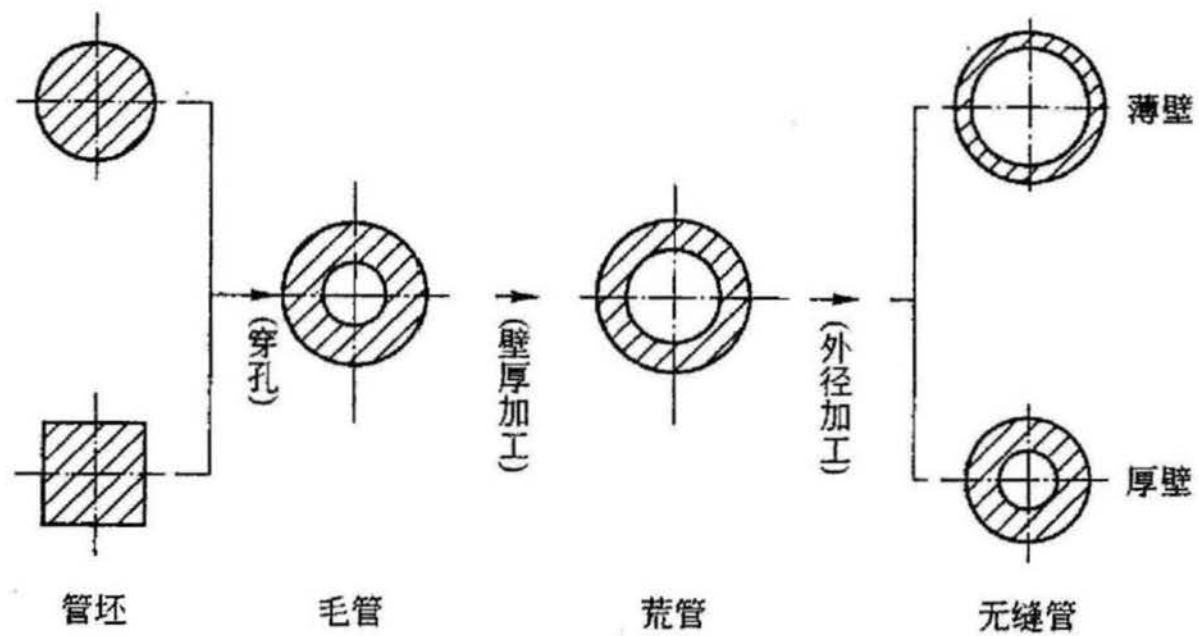


热轧无缝管的加工基本工序



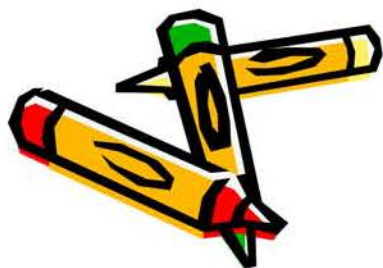
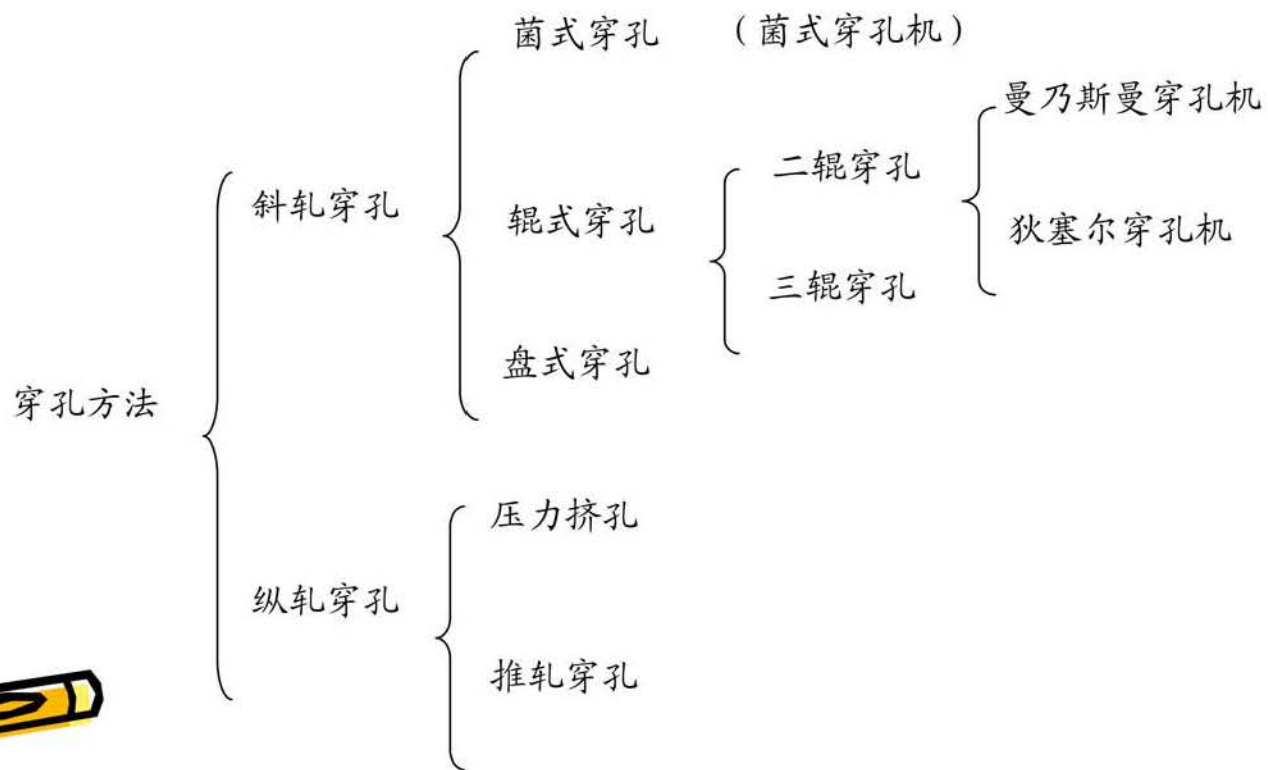
- 穿孔：将实心管坯穿制成空心毛管。（内外表面质量和壁厚不均匀性） → 毛管
- 轧管：将空心毛管减壁延伸达到成品管所要求的热尺寸和均匀性。主要延伸工序。 → 荒管
- 定（减）径：
 - 定径：是毛管获得成品管所要求的外径热尺寸和精度，提高管外表质量；
 - 减径：大管径减缩到所要求的外径热尺寸和精度；
 - 张力减径：在前后张力作用下，减径同时减壁。





2 穿孔工艺及设备特征

按穿孔机结构、穿孔过程变形特点将穿孔方法分类：



2.1 斜轧穿孔

2.1.1 曼乃斯曼穿孔机（二辊斜轧穿孔机）

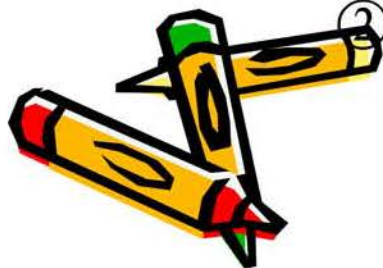
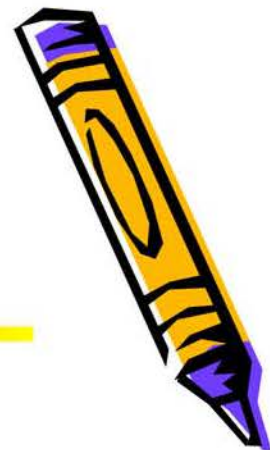
- 结构特点：斜轧，桶形轧辊+顶头+导板
- 布置方式：立式和卧式

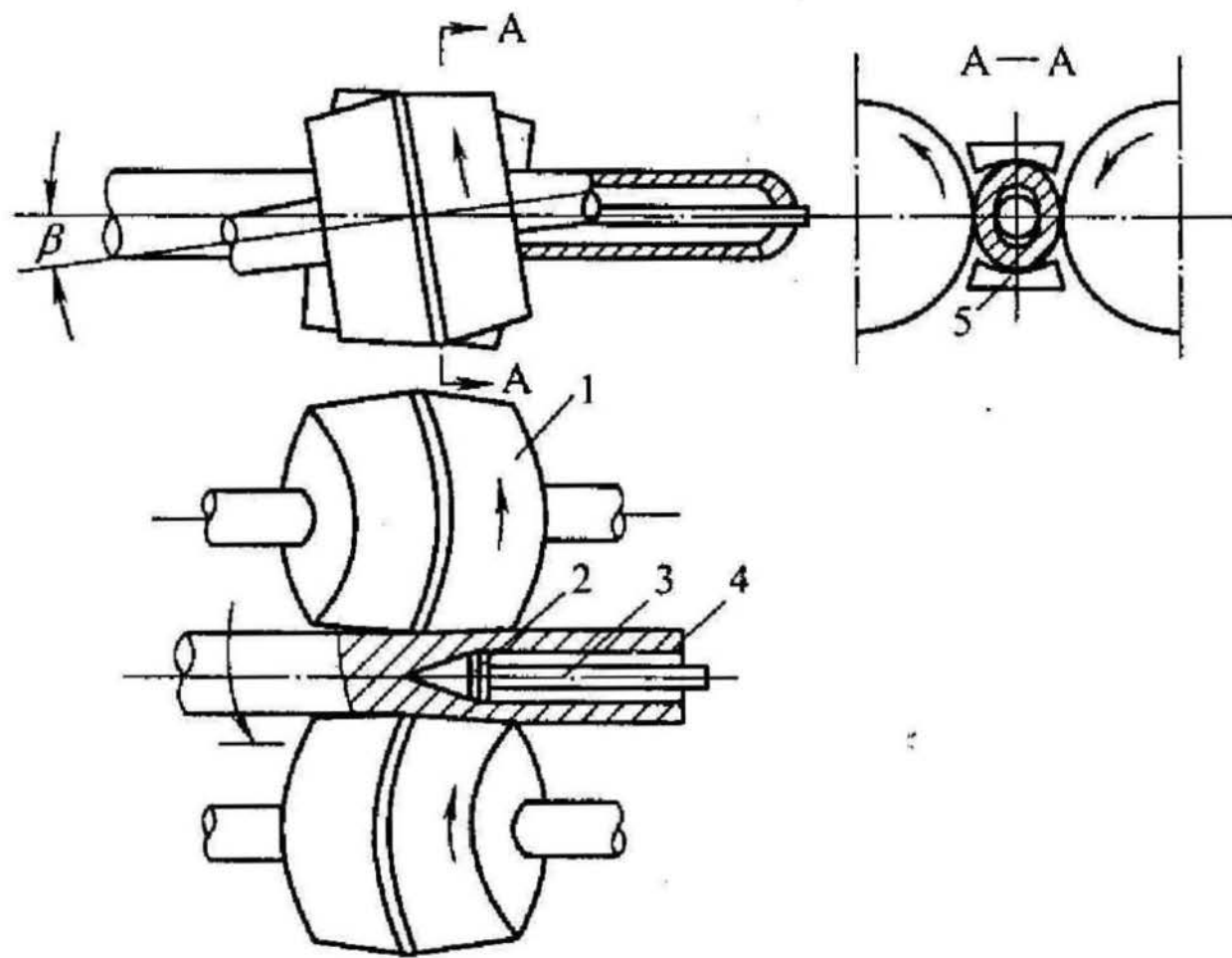
优点：

- ①对心性好，毛管壁厚均匀；
- ②一次延伸系数较大 $\mu=1.25 \sim 4.5$ ；

□ 缺点：

- ①变形复杂；旋转横锻效应大，附加变形严重，内外表面易产生和扩大缺陷；
- ②管坯质量要求高，不能直接穿连铸坯。





二辊斜轧穿孔工作运动示意图



2.1 斜轧法

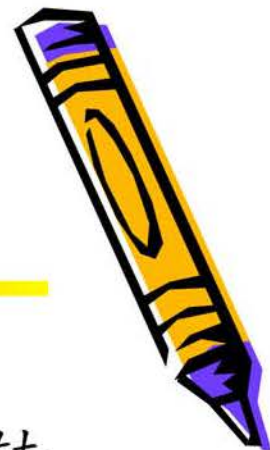
2.1.2 狄塞尔穿孔机

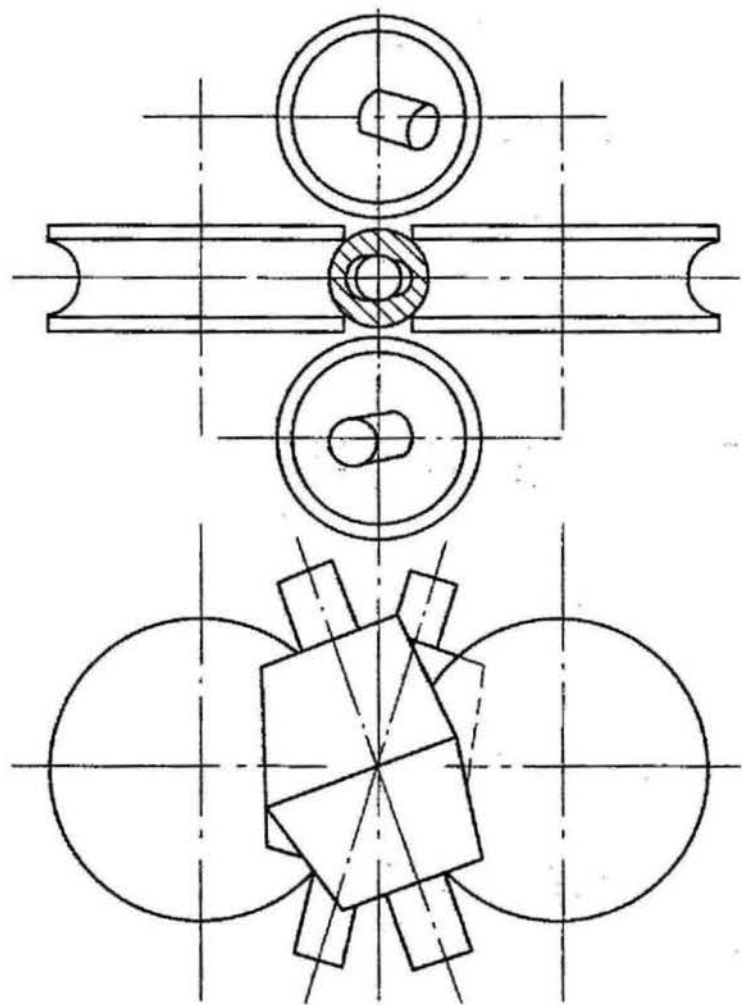
1972年西德，二辊斜轧立式，每个轧辊单独转动

结构：辊形(桶形+主动导盘+顶头)

➤ 优点：

- ①主动导盘旋转速度大于轧辊轴向速度，给轧件施加一个送进力，提高咬入，提高穿孔效率，提高生产率；
- ②可穿连铸坯，减少了孔腔形成；
- ③导盘寿命比导板高；
- ④提高穿孔速度 $0.67 \sim 1.1 \sim 1.2\text{m/s}$ 。





狄塞尔穿孔机示意图

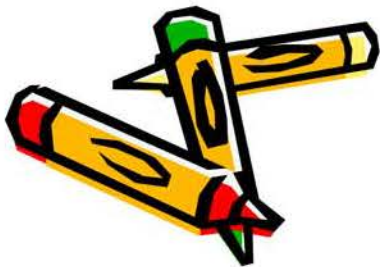
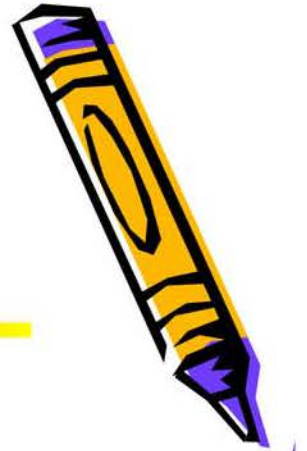
2.1 斜轧法

2.1.2 狄塞尔穿孔机

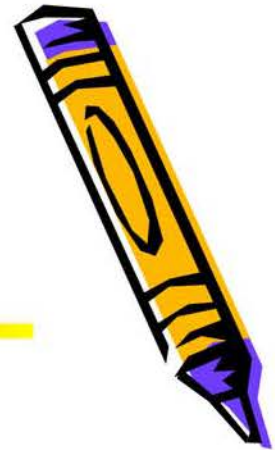
➤ 缺点:

➤ ① 更换规格不便;

➤ ② 轧制稳定性差, 咬入机架不稳定, 穿孔后毛管首尾外径差大5mm, 一般3mm后设空减机。

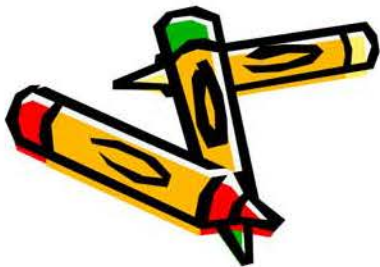


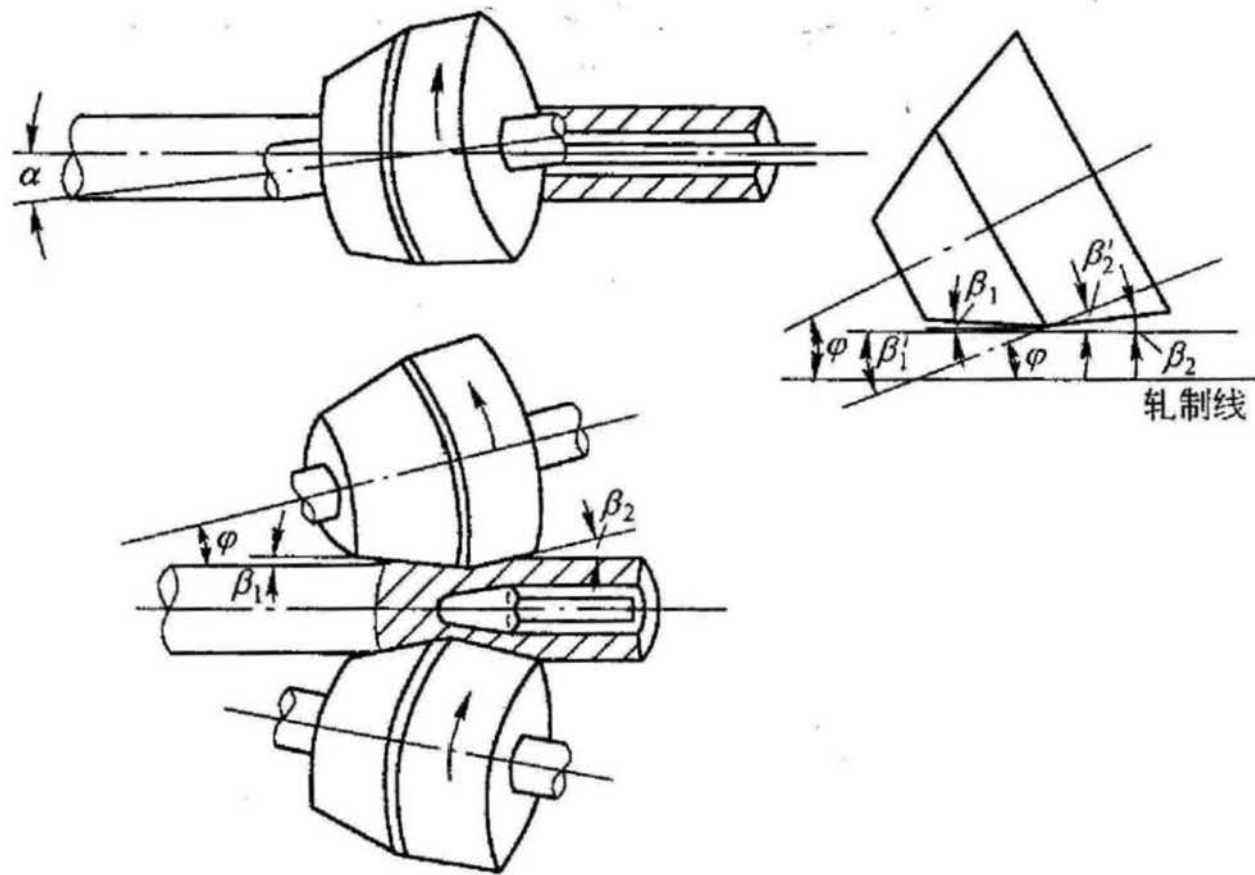
2.1 斜轧法



2.1.3 锥辊式穿孔机

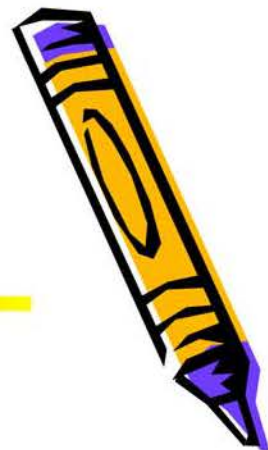
- 1971，前苏联改进悬臂辊为双支撑轧辊，增大刚度。1983年工业生产。
- 结构：辊形：锥形（菌式）+顶头+主动导盘，带辗轧角、送进角大，大直径、大导盘、双支撑辊。





菌氏穿孔机示意图

2.1 斜轧法

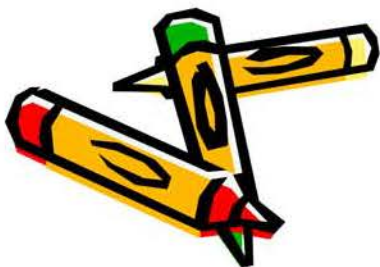


2.1.3 锥辊式穿孔机（菌式穿孔机）

优点：

- ① 锥形辊的直径沿穿孔变形区是逐渐增加的，轧件前进和轧辊配合好，减少滑动，促进纵向延伸，减轻扭转变形和横锻效应，可穿塑性较差的高合金管坯；
- ② 主动大导盘，穿孔效率高，1.5m/s；
- ③ 延伸系数大 $\mu=6$ ；
- ④ 咬入条件好；
- ⑤ 大送进角，提高生产能力。

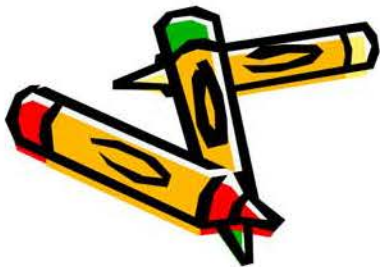
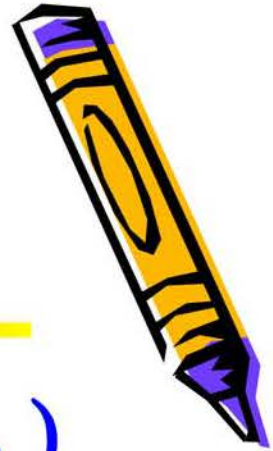
缺点：更换规格不便。

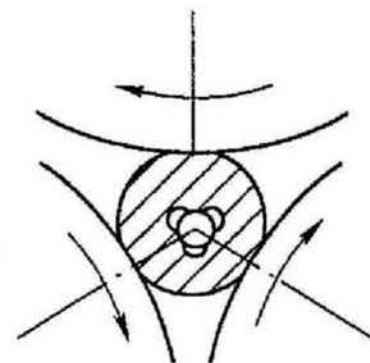
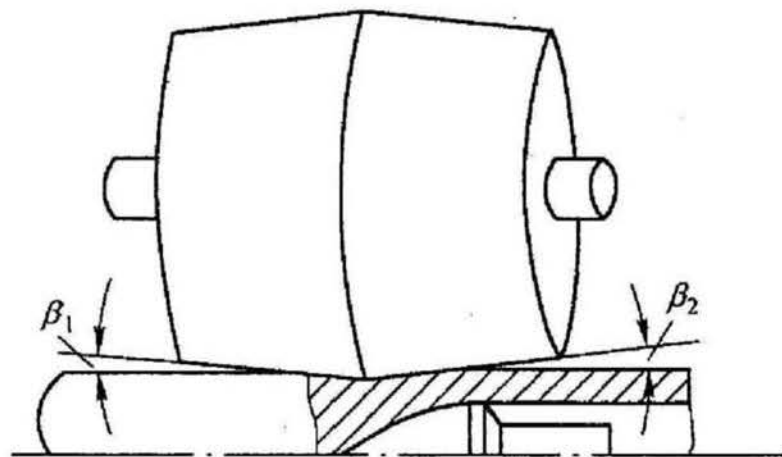


一、斜轧法

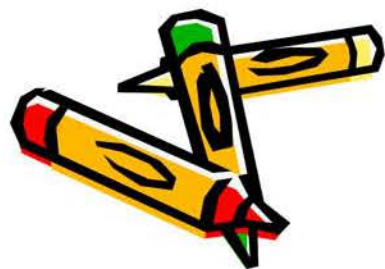
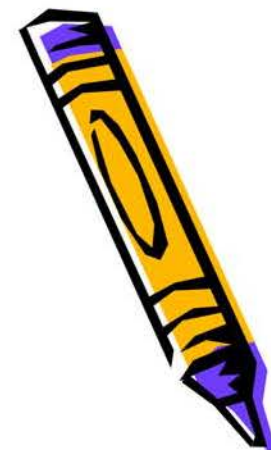
2.1.4 三辊穿孔机（阿塞尔穿孔机）

- 1948年研究成功，1965年工业投产。
- 结构：三辊斜轧、桶（鼓）形辊、 120° 布置+顶头，无导板（盘）





三辊斜轧穿孔机示意图

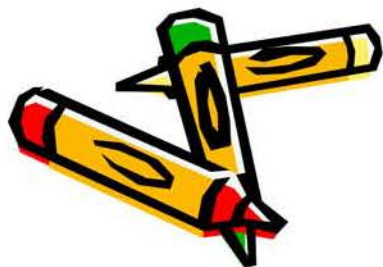
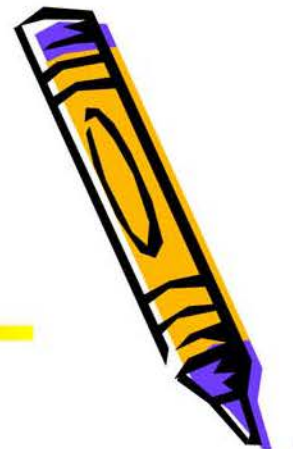


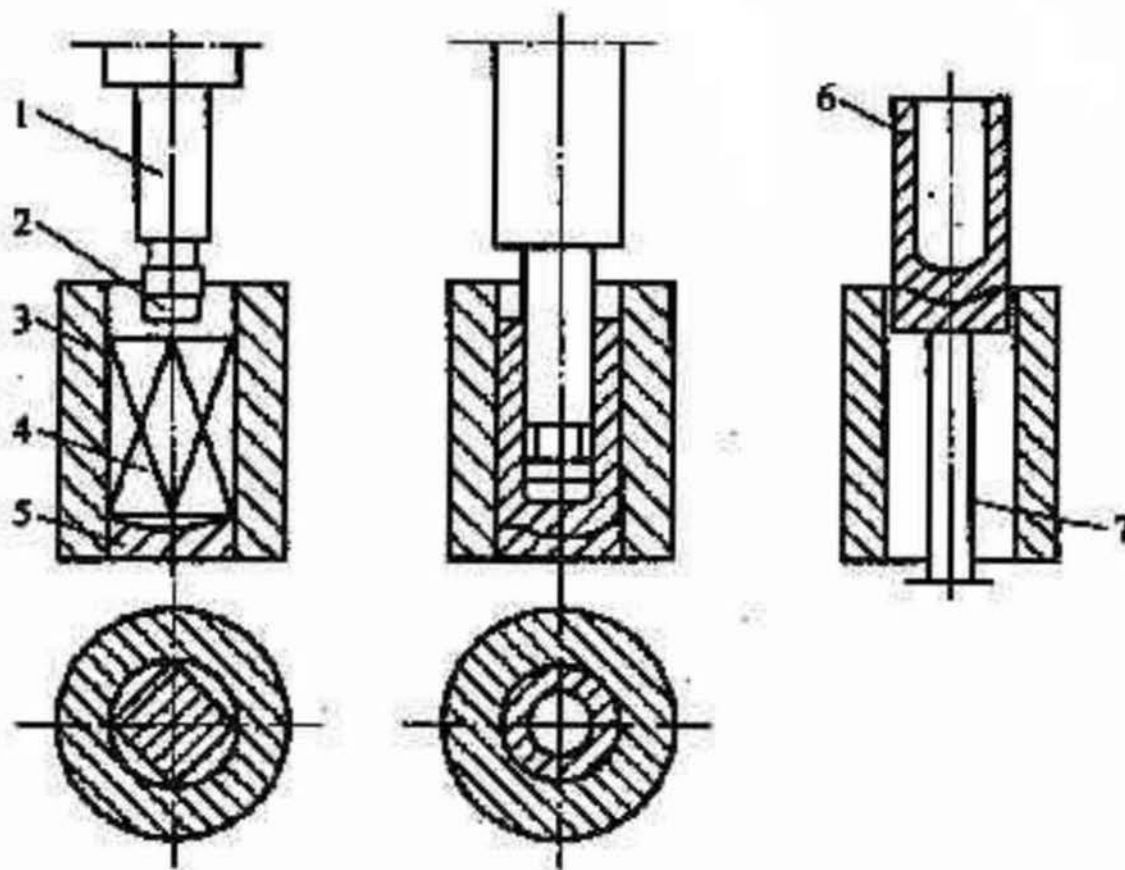
2.2 纵轧法

2.2.1 压力挤孔

1891年问世，艾哈德（Ehrhardt）发明。

结构：冲头+筒状模（将方形或多边形钢锭放在挤压缸中，挤成中空杯体）





1—挤压杆；2—挤压头；3—挤压模；4—方锭；
5—模底；6—穿孔坯；7—推出杆

压力穿孔示意图



2.2 纵轧法

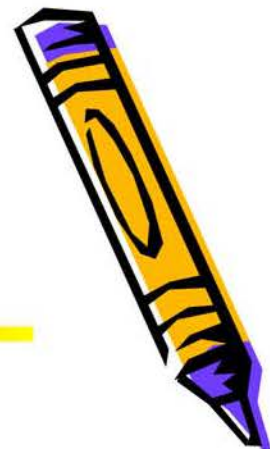
2.2.1 压力挤孔

➤ 优点:

- ① 三向压应力, 提高可穿性;
- ② 内外表面质量好;
- ③ 可穿低塑性、铸锭、连铸坯。

➤ 缺点:

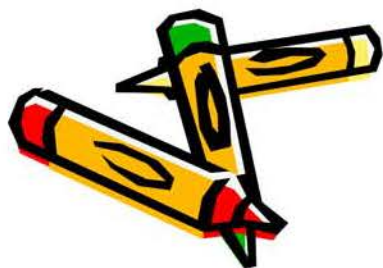
- ① 延伸系数小, $\mu=1.0 \sim 1.1$;
- ② 穿孔比 (毛管长度/内径) 小 $8 \sim 12$;
- ③ 毛管偏心大, 壁厚不均严重; 生产率低;



2.2 纵轧法

2.2.2 推轧穿孔(PPM)

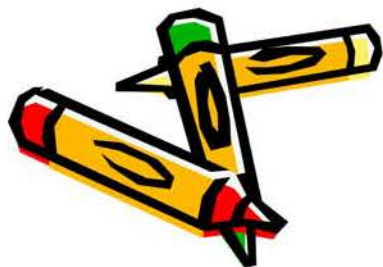
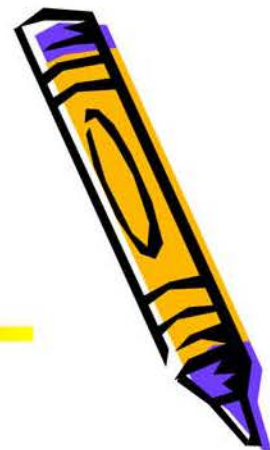
- 1957年瑞士发明;1978年正式投产
- 结构:三辊纵轧施加压力强迫咬入+顶头
- 可以采用连铸方坯直接穿孔
- 不再新建



3 轧管工艺及设备特征

轧管的任务是将空心的毛管减壁、延伸，使其壁厚接近于成品壁厚；

按照毛管轧制变形过程中金属的流动特征和轧管机的结构。将现有的轧管方法和轧管机分类。



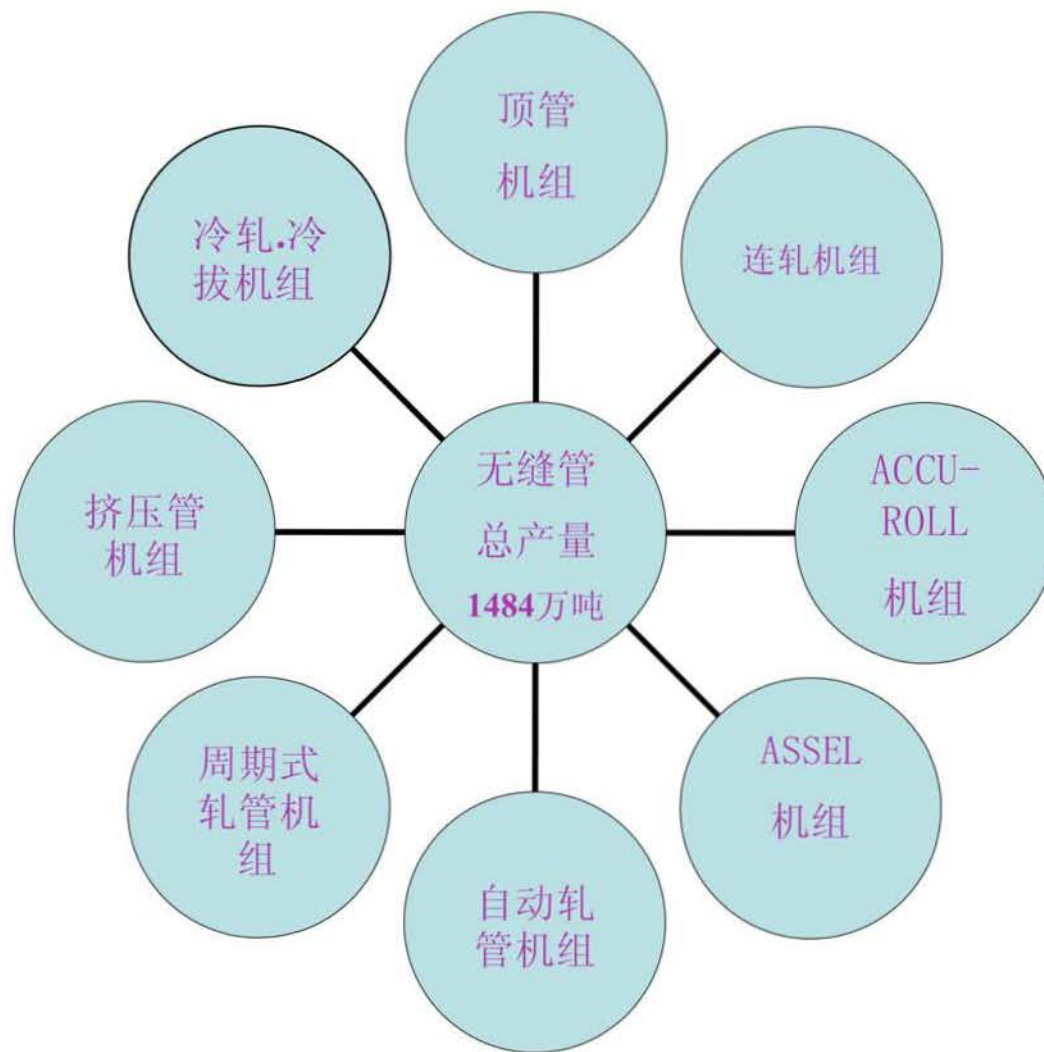
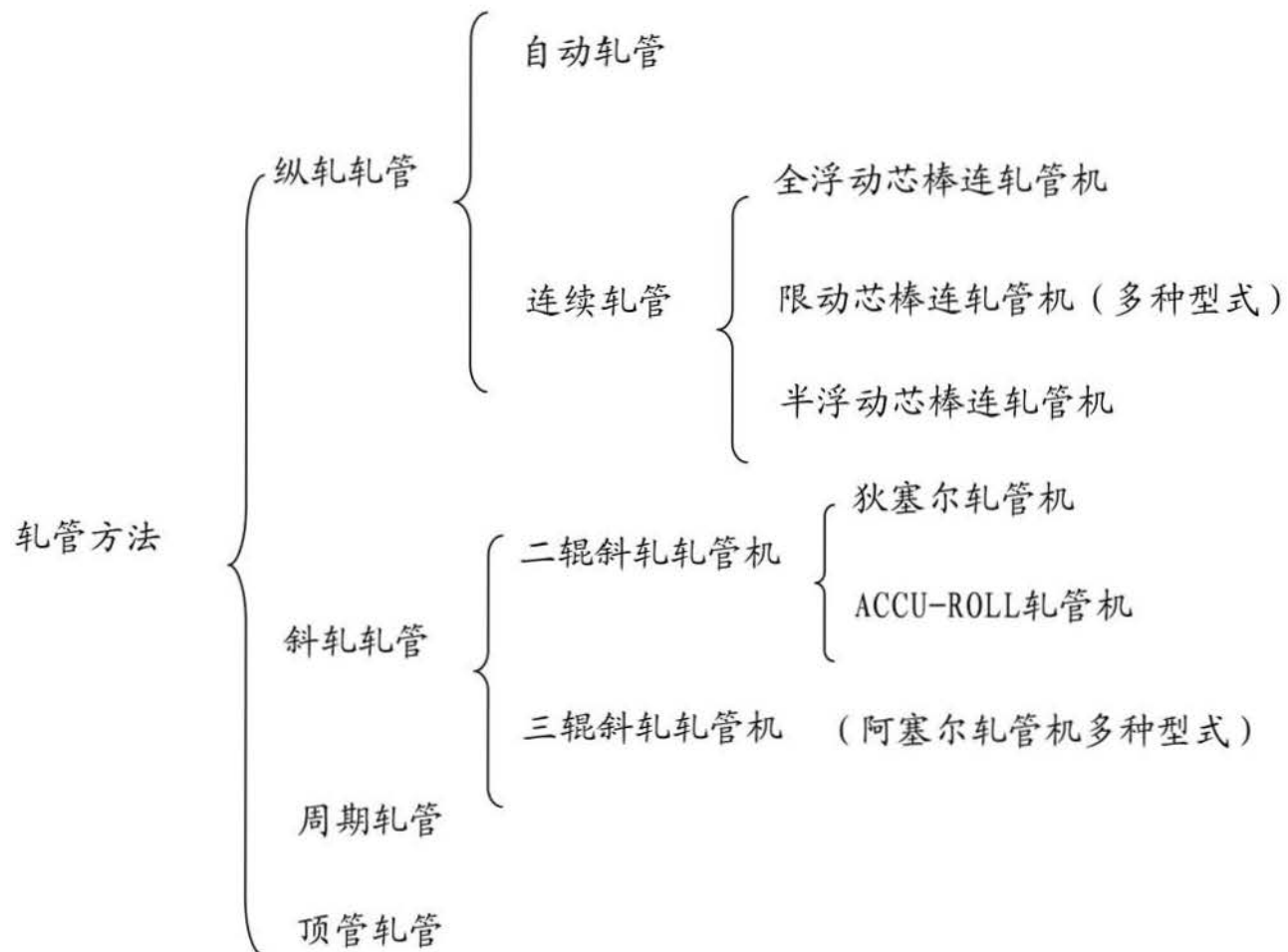
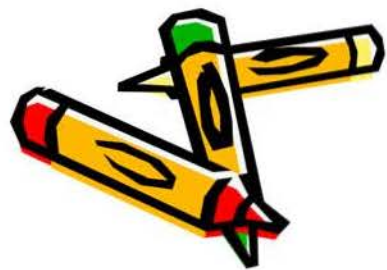


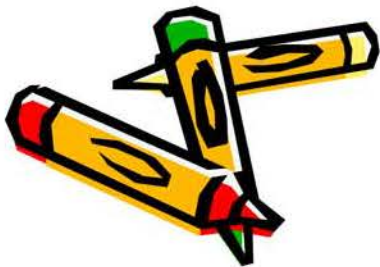
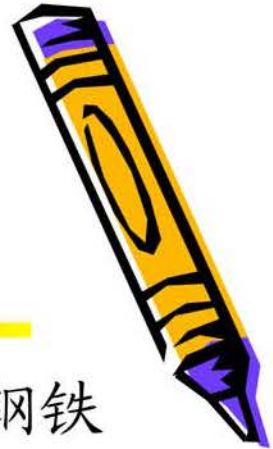
图3. 无缝轧管机组的构成



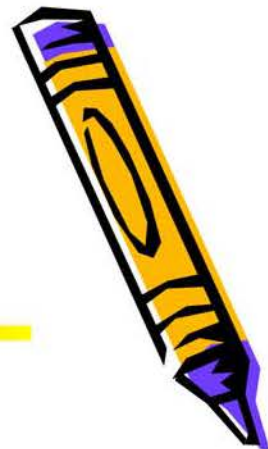


3.1 连续轧管机

- 1904年发明，1932张力减径机后，1949年美国钢铁公司较好。
- 连续轧管机轧制钢管是将穿孔后的毛管套在长芯棒上进行轧制，因此根据芯棒运动的不同方式将连轧管机分为全浮动、半浮动和限动芯棒轧机三种类型。
- 全浮动芯棒连轧机 (MM-Mandrel Mill)：相邻两架中心线交成 90° ，目的是为了轧辊孔型开口成交错排列，在轧制中轧平孔型开口处管壁增厚的部分。

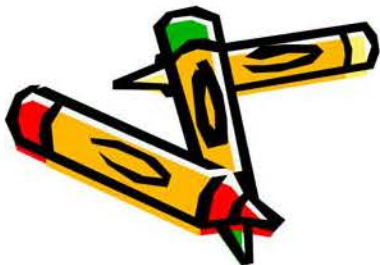


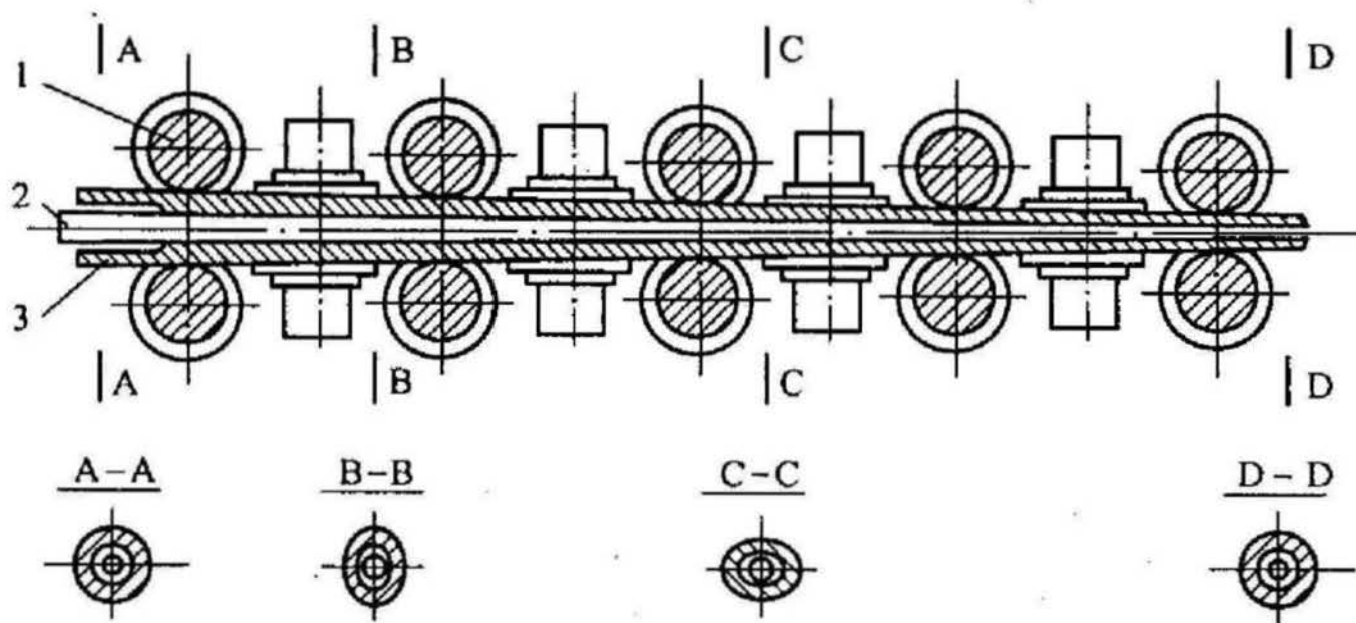
3.1 连续轧管机



3.1.1 全浮动芯棒连轧机 (MM)

- 结构: 二辊式纵轧机 45° 、平立交替布置在轧制过程中对芯棒速度不加控制, 由被辗轧的金属的摩擦力带动芯棒通过轧机, 随后由脱棒机将芯棒由钢管中抽出。宝钢140mm连轧管机, 上世纪70年代是浮动芯棒连轧管机的鼎盛时期。
- 优点:
 - ① 生产率高, 年产30~50万;
 - ② 机械化、自动化、操作人员少;





连续轧管机轧制过程简示图



3.1 连续轧管机

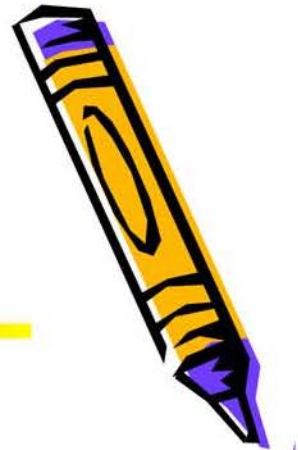
- ③延伸数大 $\mu=5$;
- ④有利于使用连铸坯。

➤ 缺点:

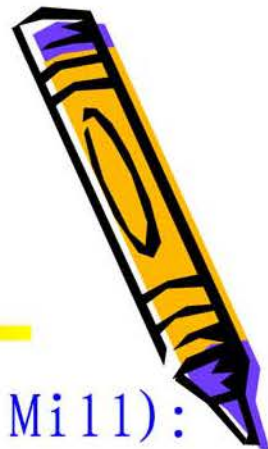
- ①芯棒长而重，每组芯棒根数多；
- ②需要脱棒机、润滑；
- ③管子首尾出现“竹节膨胀”；

➤ 范围： $\phi 25 \sim \phi 168 \times 2.0 \sim 23 \times 20000$

- 全浮动轧管机受芯棒长度和重量的限制，生产的钢管最大外径为 $\phi 177.8\text{mm}$ ，这种轧机长期以来只能在小型机组中得到推广。



3.1 连续轧管机



3.1.2 限动芯棒连轧管机 (MPM-Multi stand Pilger Mill):

- 为了解决全浮动的芯棒轧制过程中金属流动的不规律性问题，缩短芯棒长度，解决芯棒制造问题上的困难，扩大产品规格范围。1978年在意大利达尔明厂投入生产。
- 结构：在轧制过程中芯棒均以设定的恒定速度进行，在轧制快结束时，钢管从脱管机脱出。芯棒由限动机构带动而快速返回（在线脱棒）。在轧制过程中均以低于第一架金属轧出速度的恒定速度前进，实践证明：芯棒速度应大于第一机架的咬入速度，而低于第一机架的轧出速度。

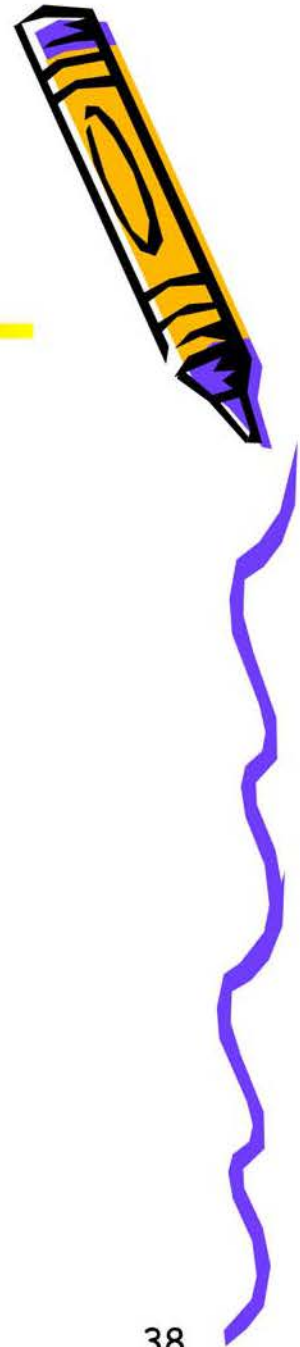
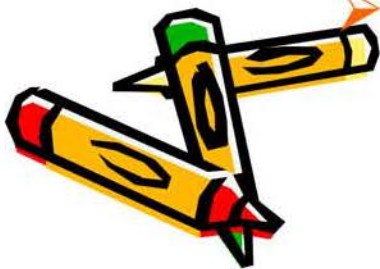


3.1 连续轧管机

3.1.2 限动芯棒连轧管机(MPM)

➤ 优点:

- 芯棒短，每组芯棒少4~5根；
- 不需设脱棒机；
- 无“竹节膨胀”；
- 尺寸精度高，长度长；
- 延伸系数大 $\mu=6\sim 10$ ；
- 力能消耗只是全浮动1/3。



3.1 连续轧管机

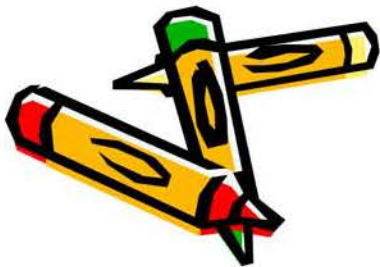
限动芯棒连轧管机

➤ 缺点:

回退芯棒时间长, 影响生产率;

➤ 机组规格:

114, 194, 250, 340。几乎所有规格的热轧无缝钢管都可以用限动芯棒连轧管机组生产。最大外径426mm。



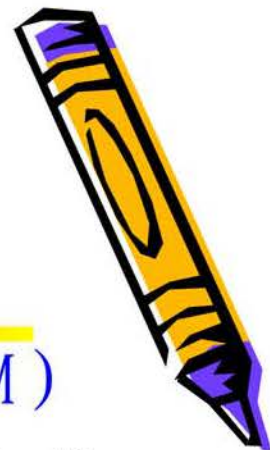
3.1 连续轧管机

3.1.3 少机架限动芯棒连续轧管机 (MINI-MPM)

1992年南非托沙厂建了一台少机架限动芯棒连续轧管机组特点:

适当加大斜轧穿孔的变形量, 连轧机减到4~5架, 降低建设投资, 提高机组灵活性, 能即时变换生产的品种规格, 适应市场变化, 年产量为7~20万t。

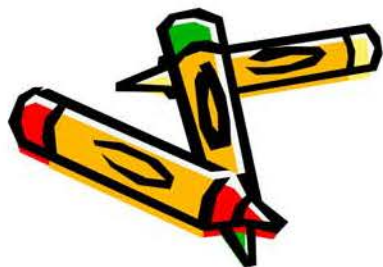
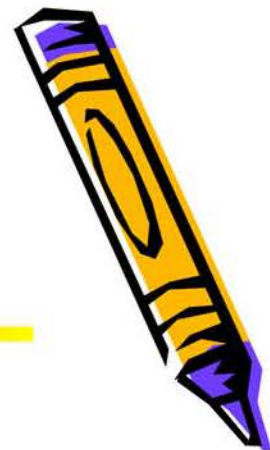
该机组在连轧机前设置一台毛管定径机, 使毛管内径与芯棒间的空隙减到最小, 提高连轧的稳定性。全部连轧机采用液压压下, 便于轧辊自动设定和调整, 更好地实施AGC控制。



3.1 连续轧管机

3.1.4 三辊限动芯棒连续轧管机 (PQF)

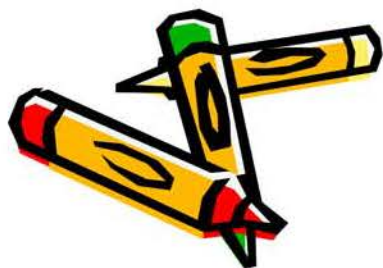
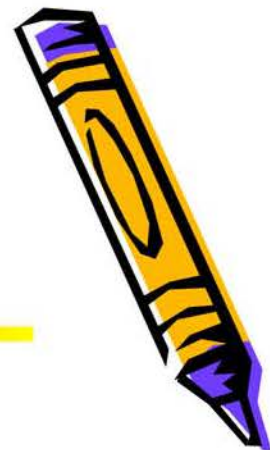
- ◆ 意大利因西公司新开发了三辊限动芯棒连续轧管机 (PQF - Premium Quality Finishing)。
- ◆ 由4~7个机架组成, 三个轧辊均为主动传动。
- ◆ 与二辊连轧机相比减小了轧槽顶部和底部两侧的速度差, 使孔型中的横向附加变形减小, 金属变形更加均匀, 芯棒和轧辊间的平均压力减低, 芯棒稳定性提高。

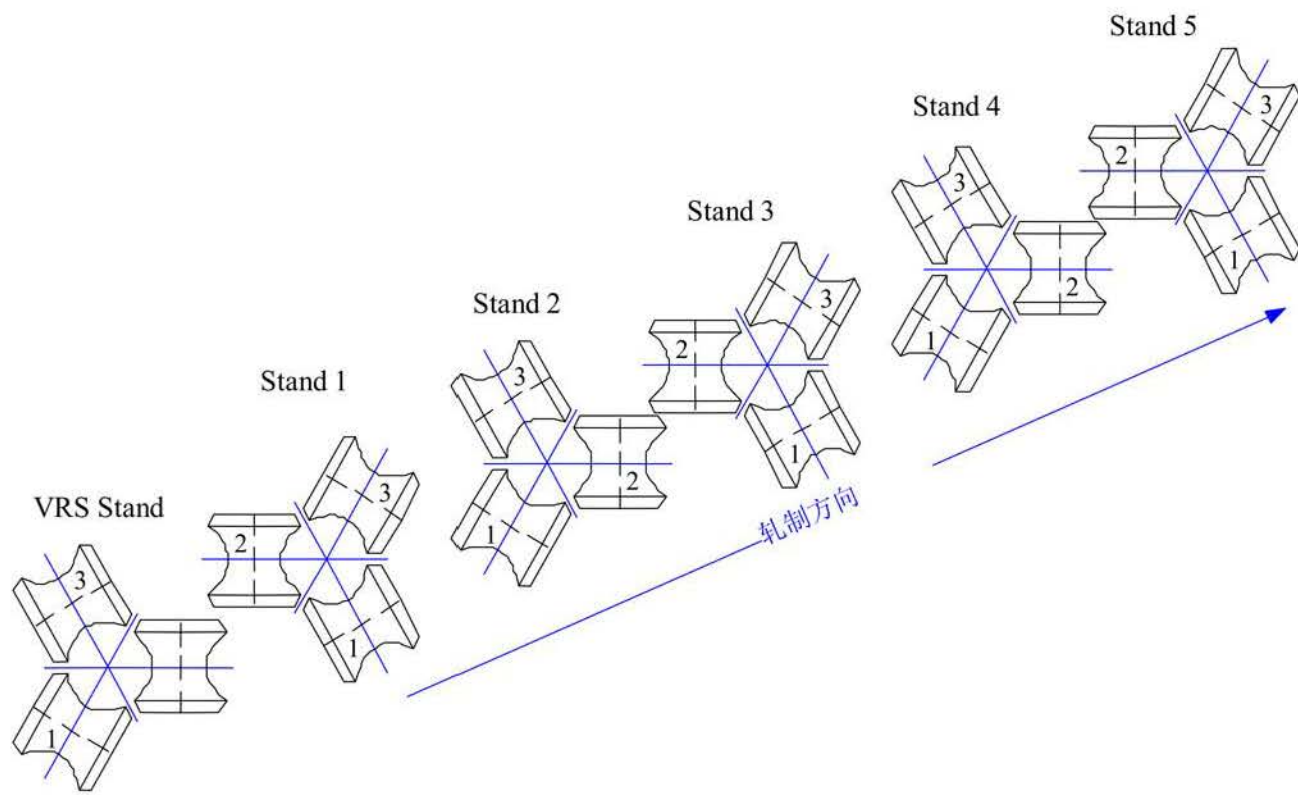


3.1 连续轧管机

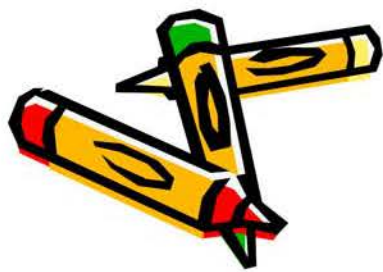
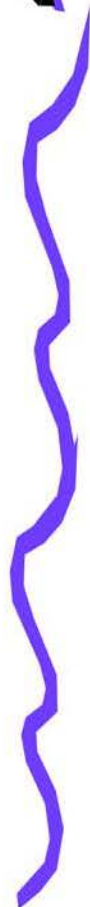
3.1.4 PQF连轧机的机架的布置:

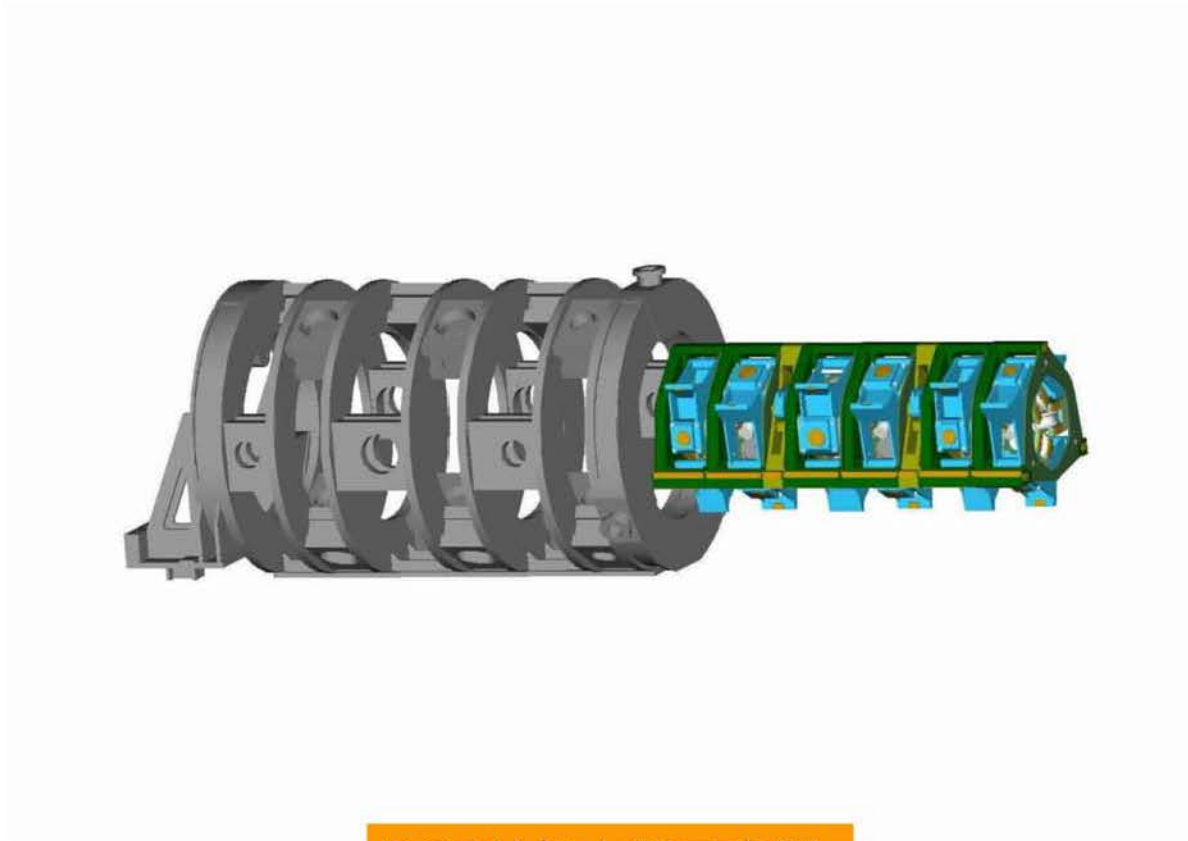
连轧机组为1架VRS（Void Reduce Stand 空减机架）和5架PQF（Premium Quality Finishing）连续布置。各机架之间由钩子连接。牌坊为隧道式。连同VRS，各机架均为三辊轧制，每个轧辊由一台电机单独驱动。三个轧辊互成 120° ，前后机架轧辊互成 60° 布置。



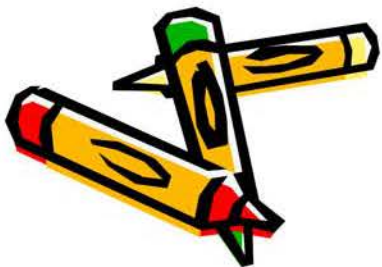
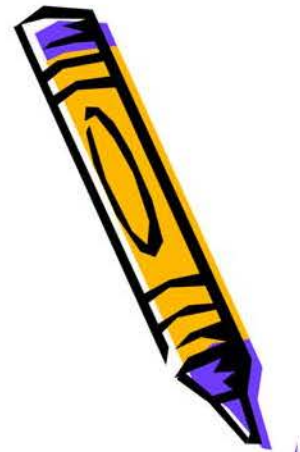


PQF轧辊布置示意图





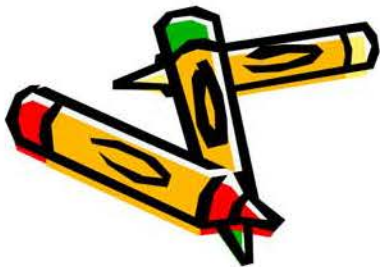
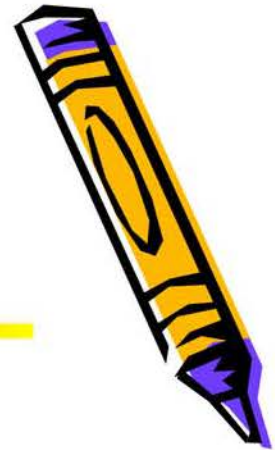
PQF轧机布置示意图



3.1 连续轧管机

三辊限动芯棒连续轧管机

- ◆ 优势：壁厚精度更高；钢管表面质量更高；可轧制变形抗力更高的钢种；金属收得率高；可轧制更薄的钢管（更大的径壁比 $D/t = 58$ ）；工具消耗显著降低；具有更高的效率及适应能力等。





3.1 连续轧管机

3.1.5 半浮动芯棒轧管机

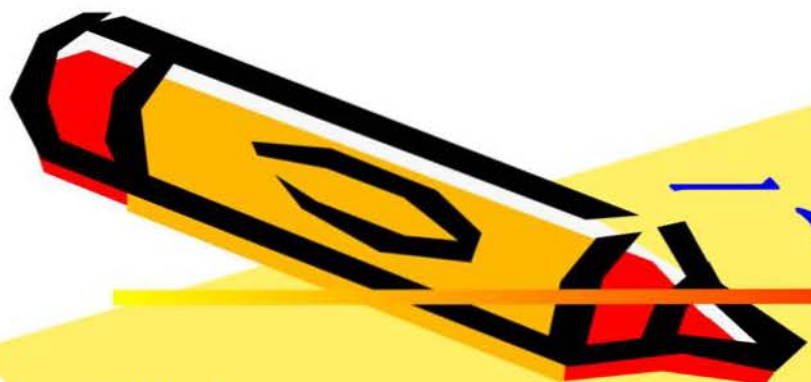
■ 结构:

在轧制过程中对芯棒速度加以控制，轧制过程行将结束时，解除对芯棒速度的控制，让金属带着芯棒通过轧机，随后由脱棒机将芯棒由钢管中抽出。

■ 半浮动轧机轧制的管径不宜太大，受脱棒各件的限制。

■ 优点:

- 生产率高;
 - 毛管尺寸精度高;
- 



一、纵轧法

■ 优点:

- 无“竹节膨胀”；
- 能耗小，全浮动30~40%；
- 可直接把穿孔顶杆作为芯棒；
- 半浮动是代替全浮动的一种很有前途的轧机。



3.2 二辊斜轧轧管机

3.2.1 狄塞尔轧管机

1929年美国出现主动回转导盘的二辊斜轧毛管机。

◆ 结构:

二辊斜轧主动导盘+轧辊+长芯棒（全浮动）

◆ 优点:

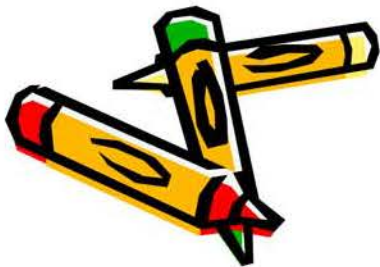
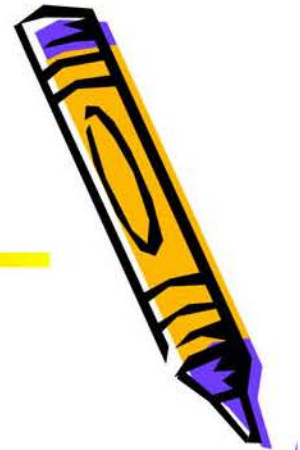
◆ ①生产薄壁毛管 $D/S > 30$;

◆ ②产品尺寸精度高，壁厚公差 $\pm 5\%$;

◆ 缺点:

◆ ①生产率低，轧速 0.5m/s ;

◆ ②轧制钢管短。

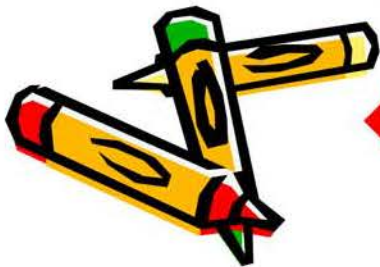
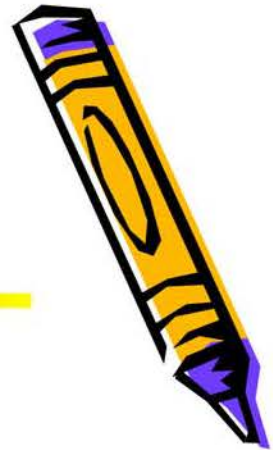


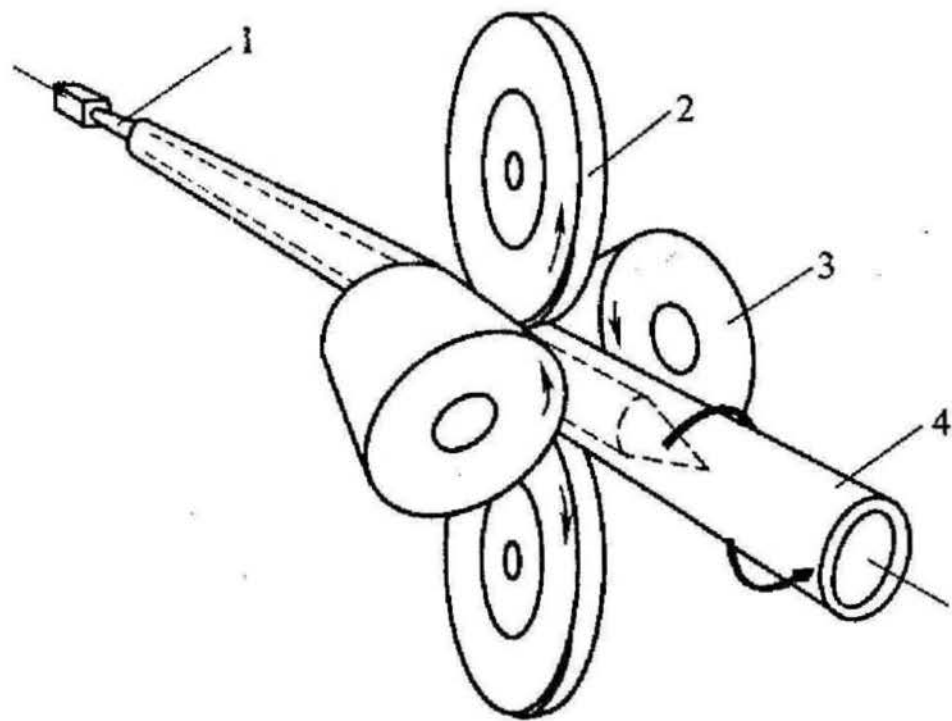
3.2 二辊斜轧轧管机

3.2.2 Accu-Roll轧管机

80年代美国Artna-standand公司。

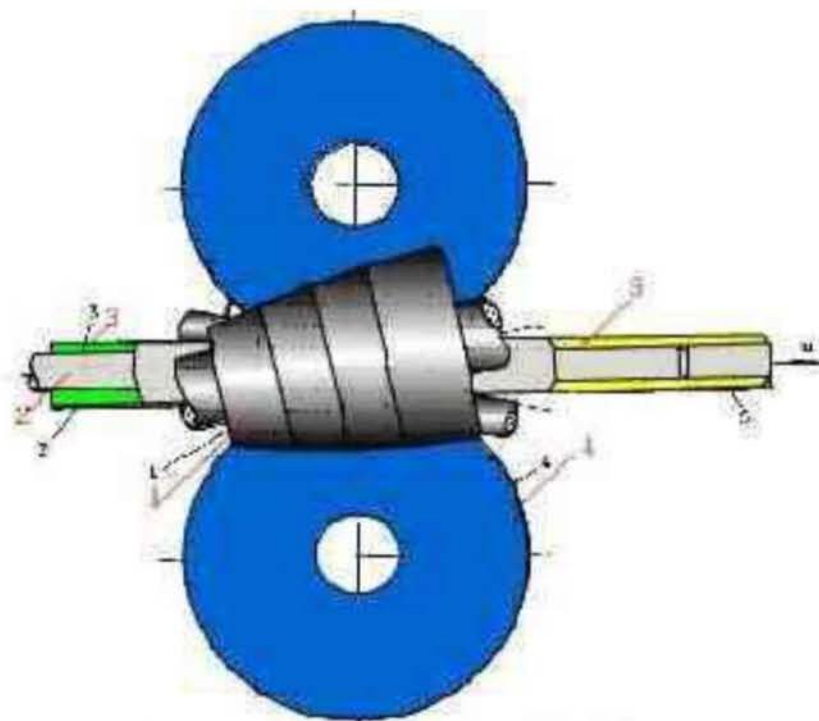
- ◆ 结构：锥形辊、大导盘、辗轧角、大送进角、限动芯棒操作。
- ◆ 优点：
- ◆ 与狄塞尔比，锥形辊和限动芯棒，由于辊轴间速度与轧件速度相一致，金属变形更为合理。
 - ◆ ① 生产率比狄氏高，1-1.2m/s；
 - ◆ ② 轧制毛管长度较长，14-16m；
 - ◆ ③ 尺寸精度高，3%-5%，为目前精度最高的轧管机。
 - ◆ ④ 可生产薄壁管范围广（ $D/S=4-35$ ）





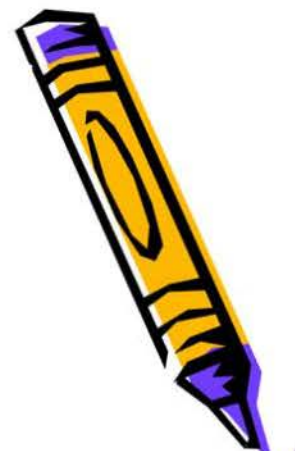
Accu-Roll 轧机示意图





Accu-Roll 轧管机示意图

1-轧辊；2-圆柱芯棒；3-毛管；
4-主动导盘；5-荒管

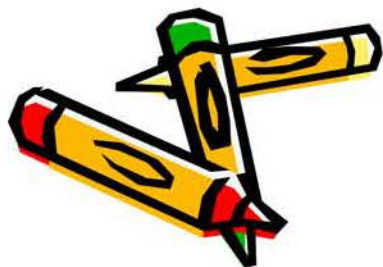
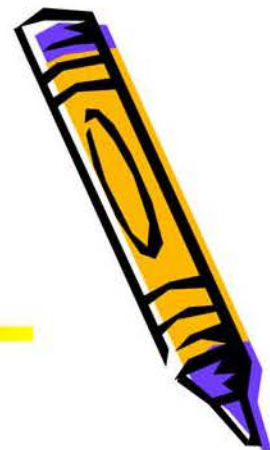


3.2 二辊斜轧轧管机

◆ 缺点:

➤ 生产率较连轧低。

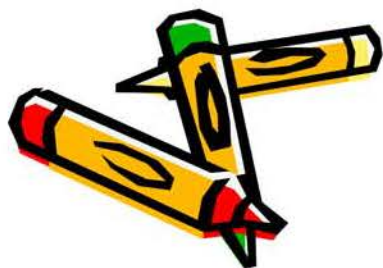
◆ 与其他组比，建设费用低，设备组成简单，有些机组不设再加热炉，即节省了能源，又缩短了工业流程，以上所建正立近几年中小工厂争先选用的原因。



3.3 阿塞尔轧管机

W. J Assel发明于1932年，35年工业生产。

- 结构：三个轧辊、长芯棒、无导板。辊形改变，轧辊有台肩，带辊轧角，便于调整，生产换规格方便，适于生产高表面质量、高尺寸精度的厚壁管。
- 就轧管机结构而言，有四种形式。



3.3 阿塞尔轧管机

3.3.1 一般阿塞尔轧管机 (Assel)

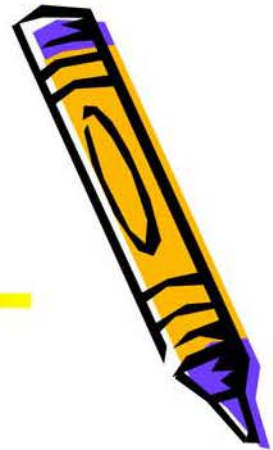
主要用于生产高精度的厚壁管，生产钢管的外径与壁厚比在3.5~11.0，下限受脱棒的限制，上限受到轧制时尾部出现三角喇叭口易轧卡的限制。

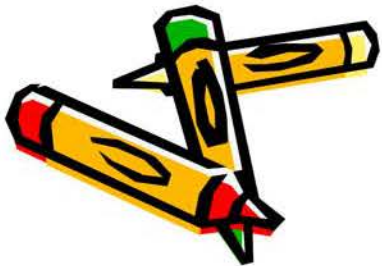
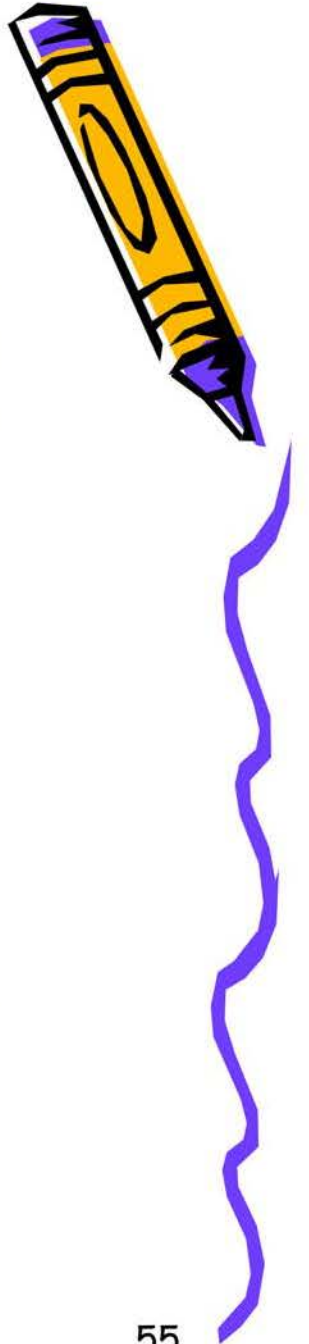
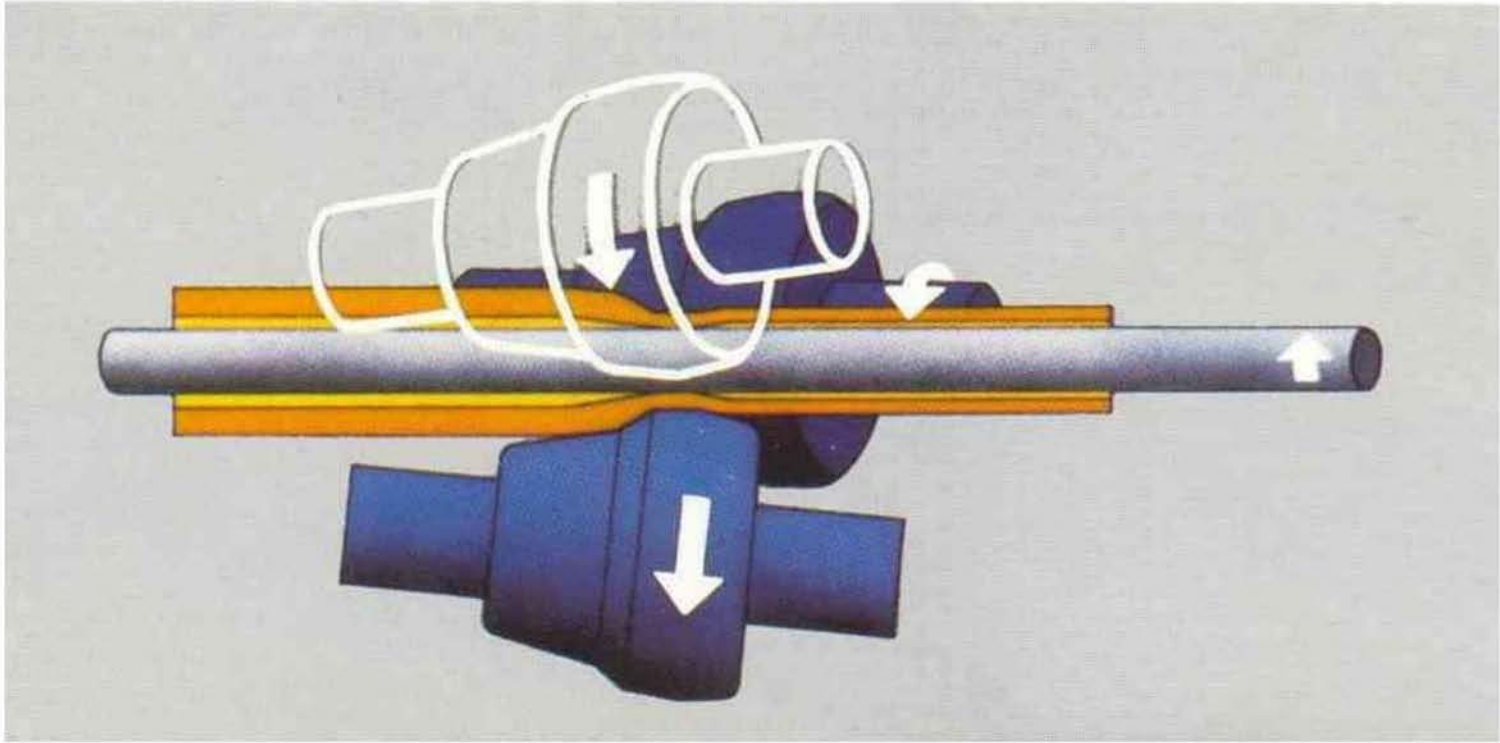
➤ 优点:

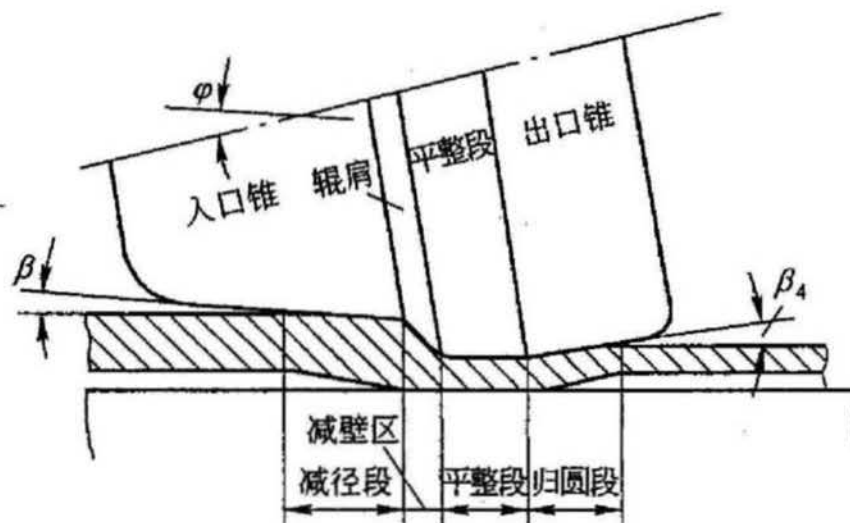
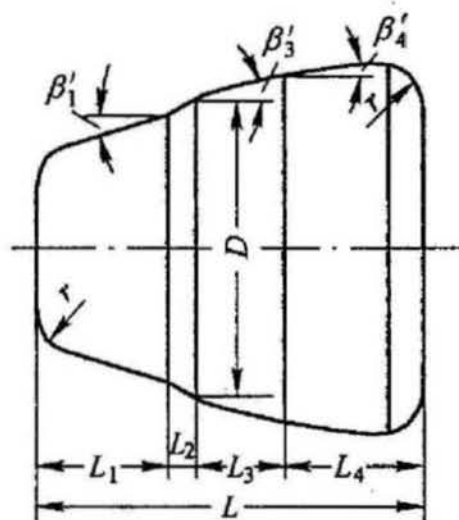
- ① 变换规格更好调整;
- ② 轧制毛管尺寸长度高，壁厚公差 $\pm 3\%$ ，外径不超过 $\pm 0.5\%$;
- ③ 产品表面质量好。

➤ 缺点:

- ① 管子外径壁厚受限制，只能穿 $D/S=3.5 \sim 11.0$;
- ② 生产能力低







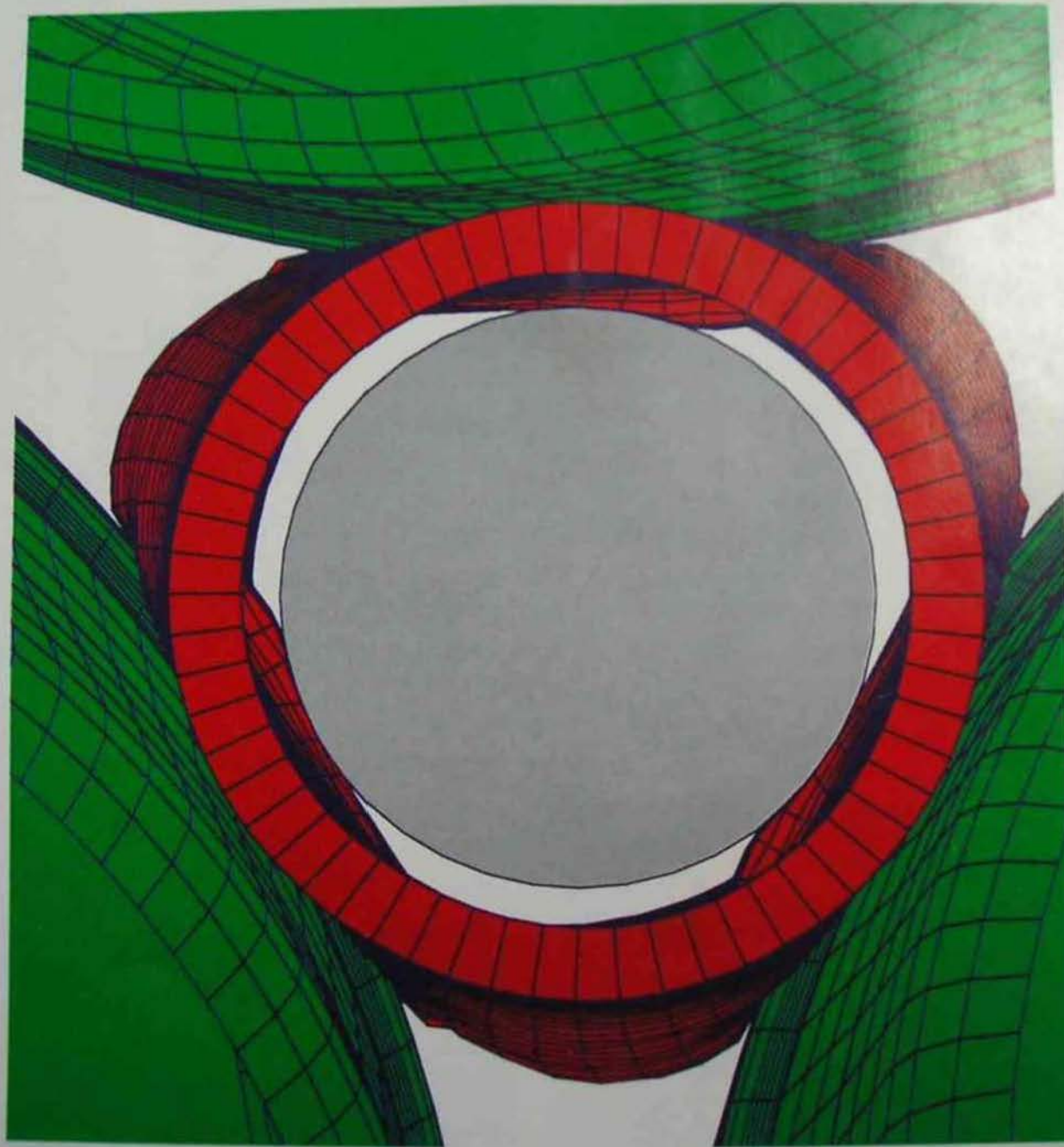
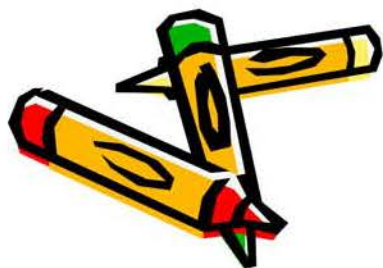


Abb. 1: Prinzip des Asselverfahrens

3.3 阿塞尔轧管机

➤ 特朗斯瓦尔轧管机(transval)

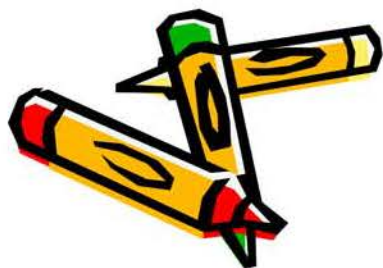
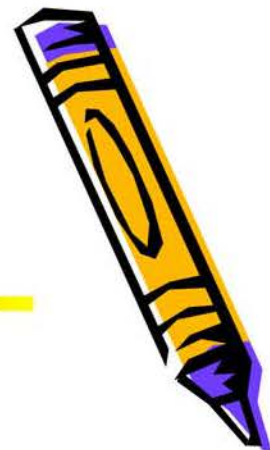
- 1967年法国瓦莱勒克公司推出特朗斯瓦尔轧管机。
- 特点：毛管轧至尾端时，机架的入口牌坊绕轧制线旋转，以减小送进角，来扩大变形区孔喉直径，防止尾三角产生，使生产管材的外径与壁厚比达到20以上。



3.2 二辊斜轧轧管机

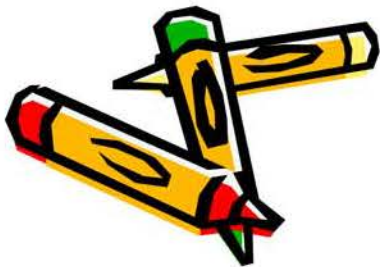
➤ 快速抬辊法轧管机

- 20世纪80年代初，曼内斯曼米尔公司采用快速抬辊法消除尾三角。
- 在轧制钢管接近尾端时，快速抬起轧辊，在钢管尾部留下一段几乎不经轧制的管端，在后部工序中予以切除。
- 此法尤适于旧轧机改造，但增加了切损。



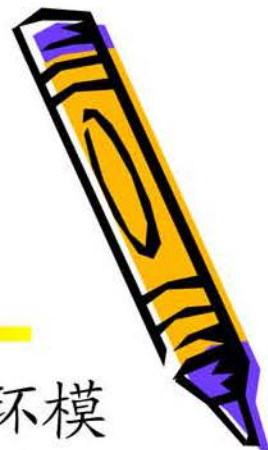
3.2 二辊斜轧轧管机

- 带NEL (No-End -Loss无尾切损装置) 轧管机
 - 在轧机入口侧牌坊上，或机架入口前增设一预轧机构 (NEL)，当轧制钢管接近尾端100mm左右时，由预轧装置先给以减径减壁，而主轧机只给少量压下量防止了尾三角的出现。
 - 优点：保持了机架原来的刚性，轧制过程中孔喉直径不变，变形条件稳定，保证了钢管的尺寸精度，减少了尾端切损，提高了金属收得率。

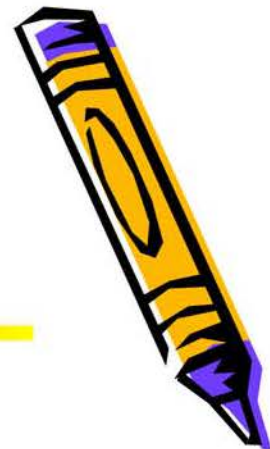


3.4 顶管机

- 在压力挤孔的空心杯体内插入芯棒，推过一系列环模（一般十道最多十七道）达到减径、减壁、延伸的目的。
- 现代顶管机均为三辊或四辊构成的辊模；
- 在压力挤孔后增设斜轧延伸机，加长管体、纠正空心坯的壁厚不均；并且可适当加大坯重，提高生产率。
- 优点：
 - 单位重量产品的设备轻、占地少、能耗低；
 - 可用方形坯；
 - 操作较简单易掌握。



3.4 顶管机



➤ 缺点:

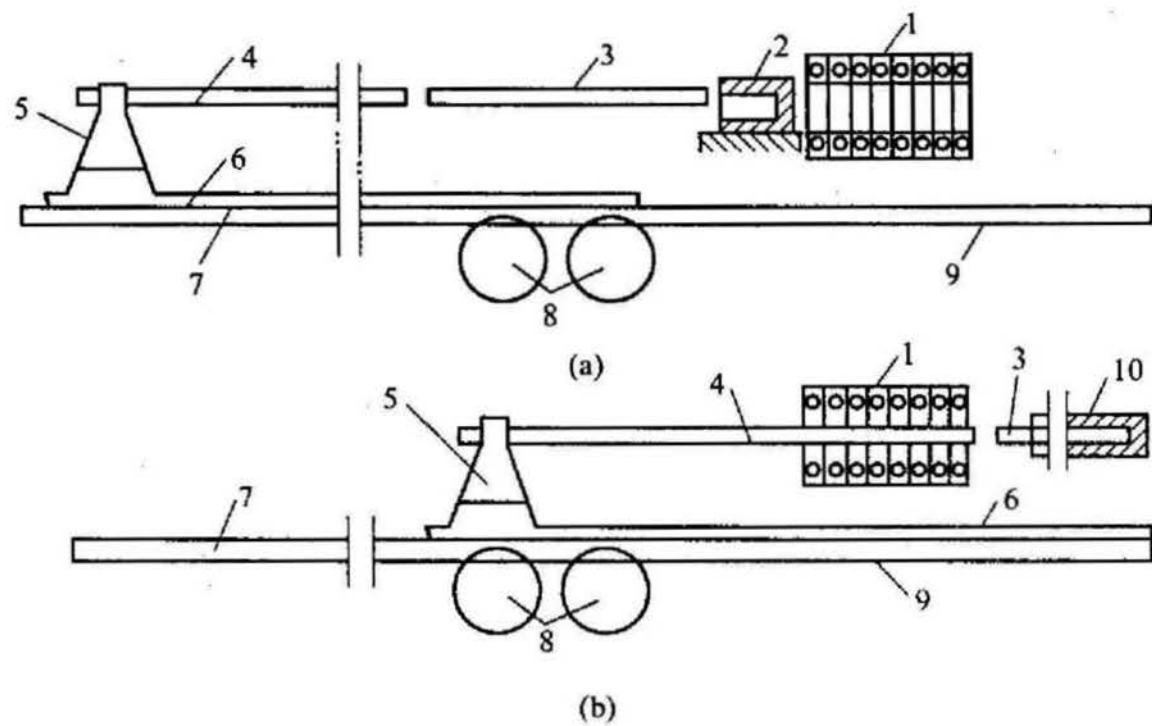
- ✓ 坯重轻，一般在500kg左右，生产的管径、管长都受到一定限制；
- ✓ 杯底切头大，金属消耗系数高；
- ✓ 毛管偏心大；

➤ CPE (Cross-roll Piercing and Elongating):

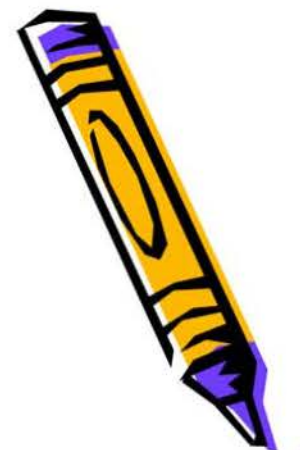
➤ 在欧洲出现了以斜轧穿孔代替压力挤孔的顶管生产方法。

➤ 此法是将斜轧穿透的荒管，用专设的器械挤压
锻打收口，成为缩口的顶管坯。

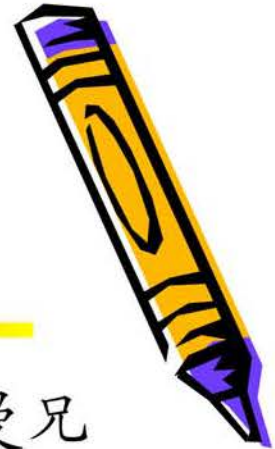




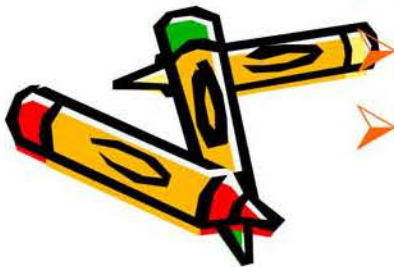
顶管机操作过程示意图

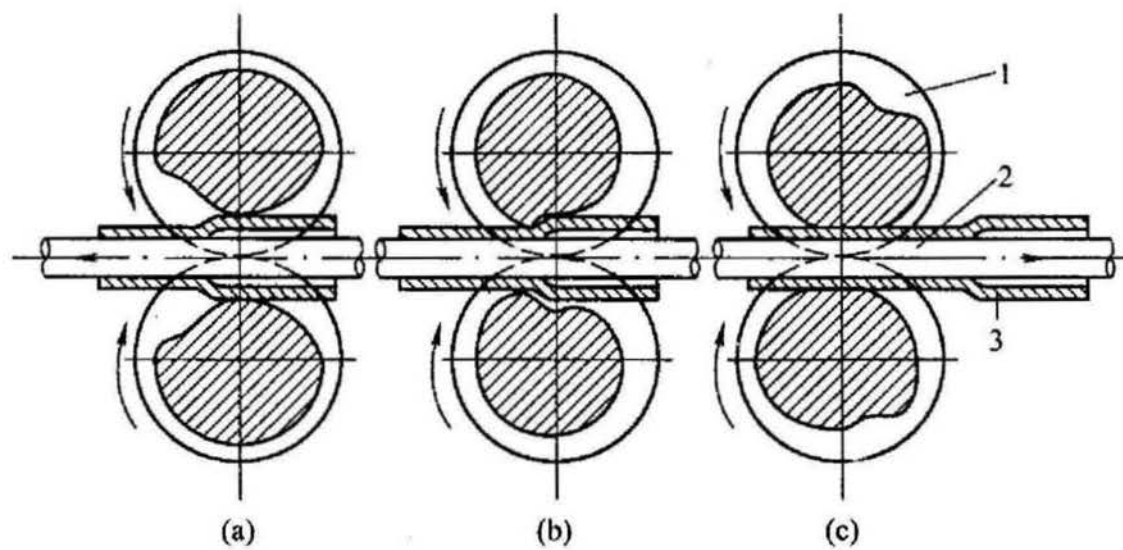


3.5 周期轧管机



- 皮尔格轧机(Pilger Mill): 1891年由曼乃斯曼兄弟发明。二辊不可逆纵轧机。
- **结构**: 锻造、纵轧, 轧辊旋转方向与轧件送进方向相反, 轧辊孔型沿圆周为变断面, 轧制时轧件反送进方向运行, 送料由作往复运动的芯棒送进机构完成。
- **优点**:
 - 延伸系数大, $\mu = 7 - 15$;
 - 锻轧法: 可用钢锭、连铸坯。
- **缺点**:
 - 生产率低, 辅助间隙时间长;
 - 孔型不易加工;
 - 芯棒长, 生产规格不易太多。





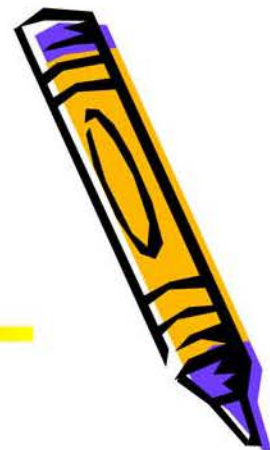
皮尔格轧管机的操作过程

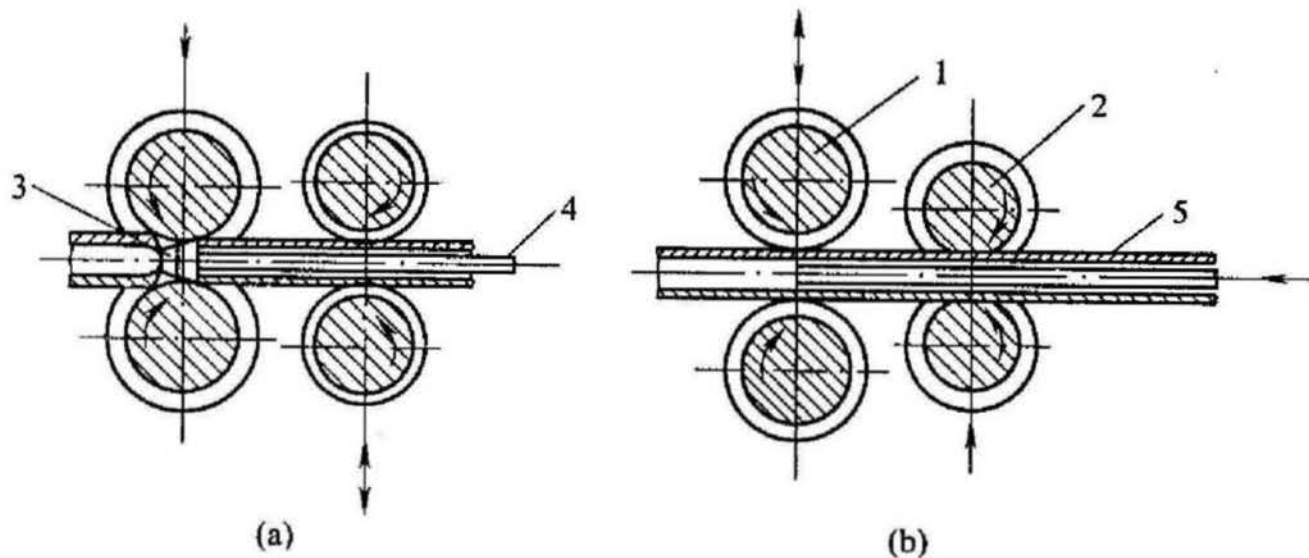


3.5 自动轧管机

1903年由瑞士人 (R·C·stiefel) 斯蒂费尔发明;

- 1906年用于工业生产;
- 结构: 二辊不可逆纵轧机一对工作辊一对回送辊。工作辊上辊、回送辊下辊, 快速联动升降机构。
- 优点:
 - ①短芯头换规格时便于安装调整方便, 易掌握;
 - ②生产品种规格范围广 ($\phi 400\text{mm}$ 以下)
- 缺点: ①生产效率低: 第一道轧后要回送, 翻钢辅助间隙时间占整个周期的60%以上。





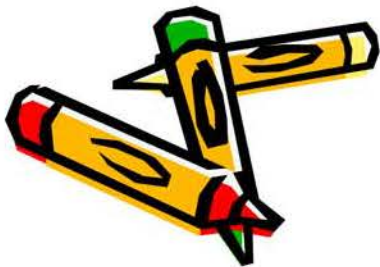
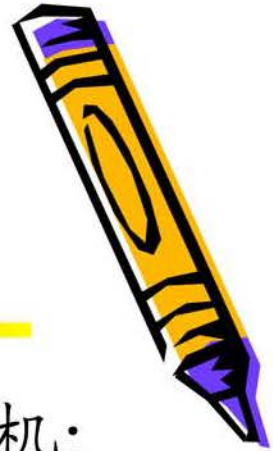
(a) 轧制情况； (b) 回送情况
 1—轧辊； 2—回送辊； 3—芯头； 4—顶杆； 5—轧制毛管

自动轧管机操作示意图



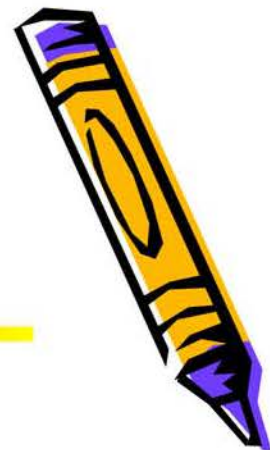
3.5 自动轧管机

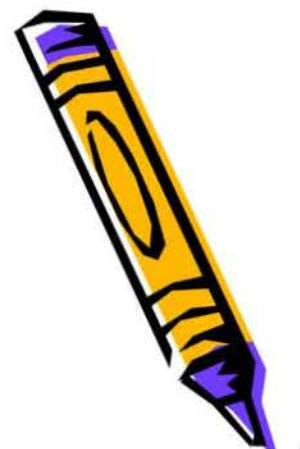
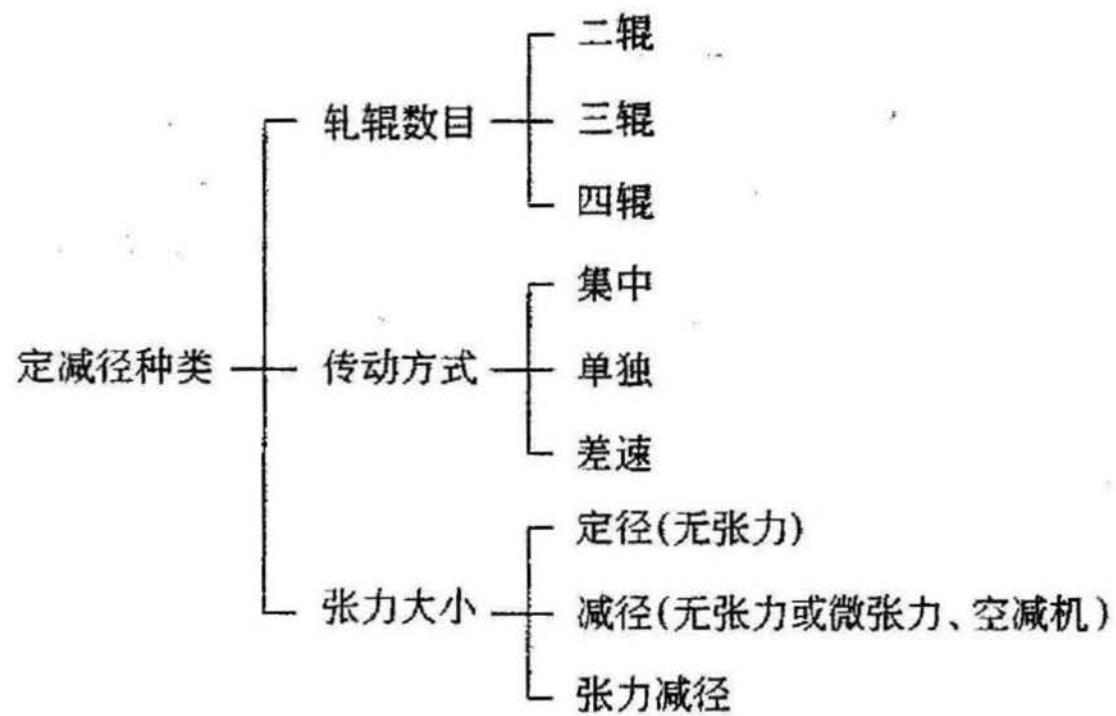
- ② 延伸系数小 $\mu \leq 2.3$ ，必须配延伸大的穿孔机；
 - ③ 孔型开口处，壁厚不均， \therefore 后配斜轧均整机，均匀壁厚。
 - ④ 轧制毛管长度受顶杆限制。（一般轧2~3道每轧一道将毛管翻转 90° ）
- 范围：27 ~ 406 × 3.2 ~ 40.5 × 10000 ~ 16000。



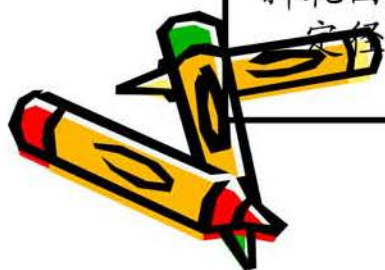
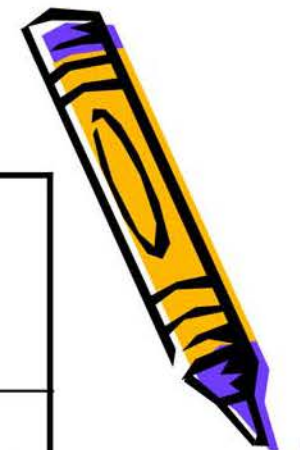
4 定减径工艺

- 减径机：微减径机、张力减径机
- 定径机：纵轧定径机、斜轧定径机

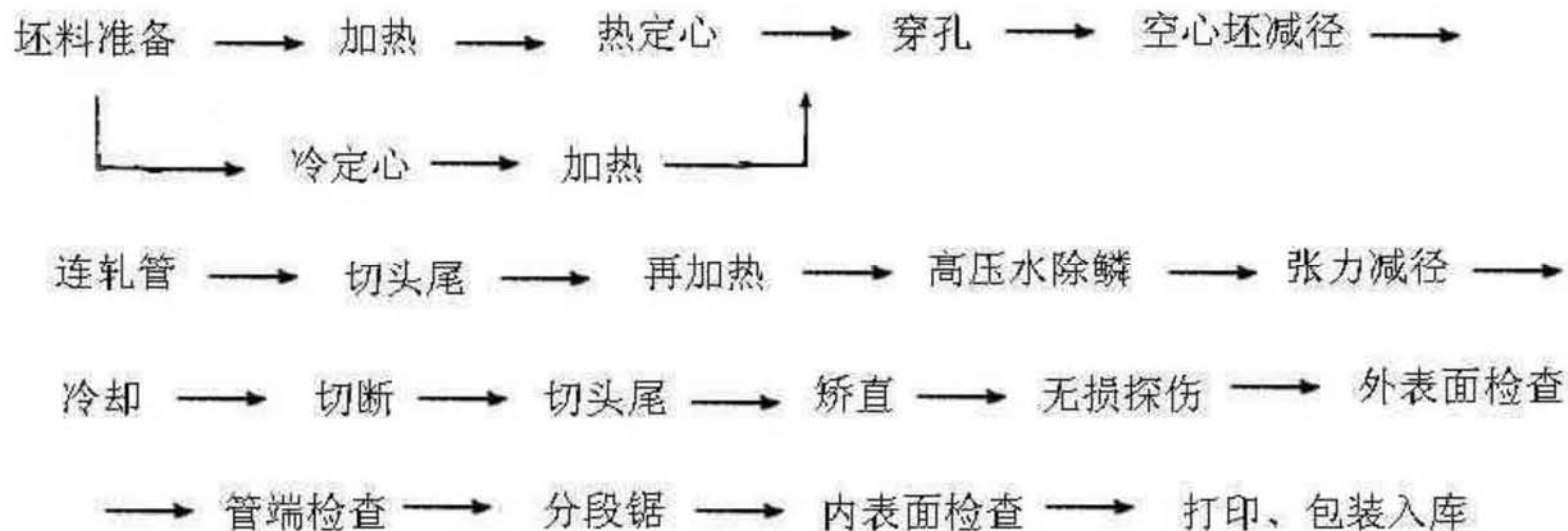
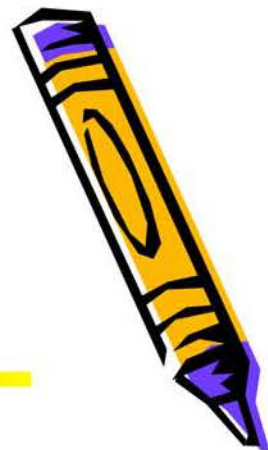




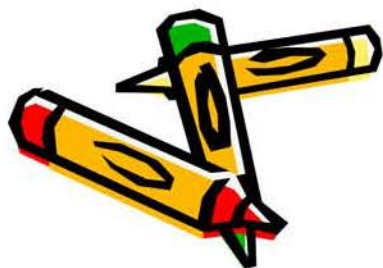
精轧方法	轧机结构	机架数	总减径率	单机减径率	作用
微张力减径	二辊、三辊	9 - 24	40-50%	3-5%	减径、扩大规格
张力减径	二辊、三辊、四辊	12 - 30	75-89%	10-12%	减径、减壁、扩大规格
纵轧定径	二辊、三辊	3 - 12	3-8%	很小	提高尺寸精度、增加园度
斜轧回转定径	三辊阿塞尔	1	<3%	<3%	提高尺寸精度、增加园度



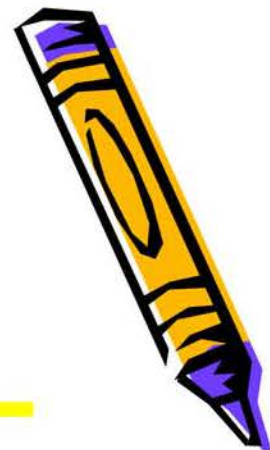
5 热轧无缝钢管生产的一般工艺流程



连轧管生产的工艺流程



5 无缝钢管生产的基本工艺

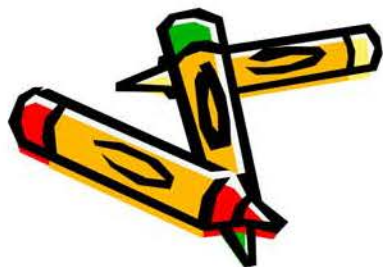


➤ 坯料准备:

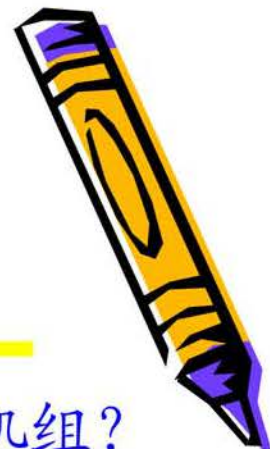
- ✓ 原料: 钢锭、连铸坯、热轧坯、锻坯
- ✓ 管坯检查与清理: 表面检查、清理: 火焰、风铲、剥皮等
- ✓ 管坯切断: 锯切、剪切机、折断、火焰切割

➤ 加热:

- ✓ 加热炉: 环形加热炉、步进式加热炉

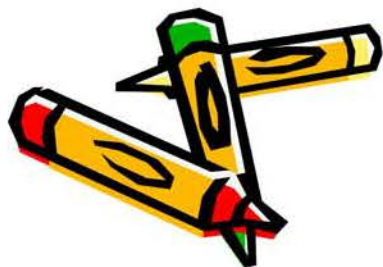


6 其它问题



1. 轧管机组的型式是选用Accu-Roll机组还是Assel机组？
其在生产能力、投资和轧管质量上各有优缺点？

- Assel适合中厚壁、外径250mm以下钢管的生产（D/S一般小于20），壁厚精度高，投资少，生产能力低（限动芯棒）；140机组月产1万吨。轧制薄壁钢管时的荒管尾部三角将影响机组效率和成材率。
- Accu-Roll可轧制薄中壁厚的钢管，外表面质量好，但内表面螺旋线较严重，适合扩径生产；生产能力大。可生产外径250mm以上的钢管。生产效率较高，140机组月产可能可达1.5万吨。



6 其它问题

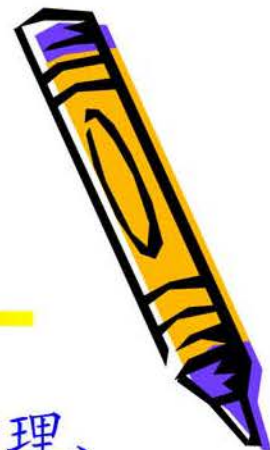


2. 管坯的中断方式是采用冷锯还是带锯？其在生产能力投资和切坯质量上各有何优缺点？带坯锯切坯的切斜度能否保证达到小于10cm？

- 冷锯效率高、质量好；锯切合金含量较高的管坯时，效果好；但投资较大。应用较多。
- 带锯效率低，质量尚可，投资少，但占用厂房面积较大。切斜度能保证达到小于10cm。应用较少。
- 选用园盘锯作为管坯切断：
 - 包钢 $\Phi 180$ mm连轧、成都无缝 $\Phi 180$ mm精密、 $\Phi 318$ mm周期、天津钢管 $\Phi 250$ mmMPM，大冶 $\Phi 170$ mm三辊、衡阳 $\Phi 89$ mm连轧、无锡钢厂 $\Phi 100$ 自动。
- 选用剪断机作为管坯切断：
 - 烟台钢管总厂 $\Phi 76 \sim 90$ 轧管、上海第一钢厂 $\Phi 100$ 自动、烟台钢管总厂、无锡钢厂、鞍钢 $\Phi 100$ 园盘、烟台鲁宝、成都无缝 $\Phi 133$ 顶管、鞍钢 $\Phi 140$ 自动、成都无缝 $\Phi 180$ 精密。



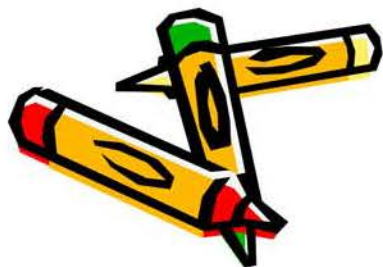
6 其它问题



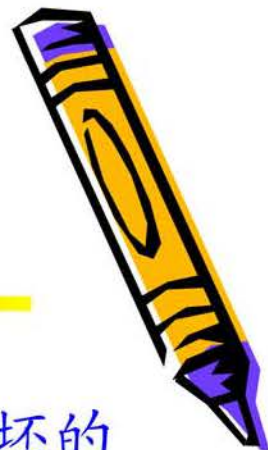
3. 由于考虑到定尺管坯的管理、特殊合金管坯的管理、切断后的管料堆放、切断后短尺料的合理存放、不合格品的暂时堆放管理等，从生产的管理角度其有效存放量应考虑到多少才最合理，且占用场地面积最小？
- 如考虑露天堆放（如宝钢140机组），面积可大些；如以生产合金钢为主则一般要占到热轧车间面积的50%以上以避免混钢。

原料库放量计算

仓库面积/m ²	面积利用系数	平均计算负荷t/m ²	小时金属流通量t/h	日工作小时h	可存放天数
1080	0.6	6	27	24	6

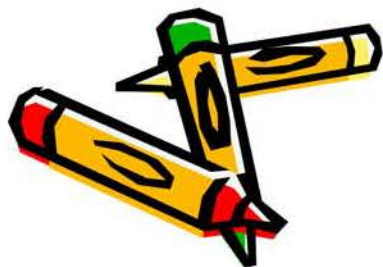


6 其它问题

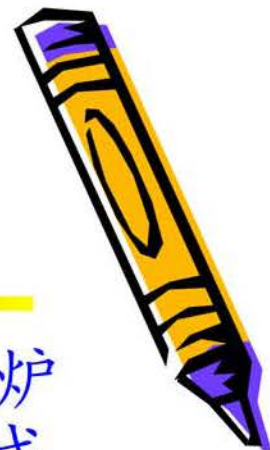


4. 环形炉的中径尺寸需要多少才能既保证25万吨管坯的加热能力又能减少投资？中径尺寸为21m、25m在加热能力和投资上有何差异？

- 21m应该没问题；如管坯直径较大（大于150mm时应选用25m的为好，可保证加热质量和生产效率）。中径增大1米投资增加较多，21m与25m要相差二百多万。
- 21m环形加热炉的投资成本：1100~1200万元。
- 25m加热炉的加热能力比21m加热炉大约20%，成本也多20%。



6 其它问题



5. 在加热介质为煤气的条件下，是选用纯高炉煤气还是混合煤气合理，其吨管消耗量和成本哪一个更合理？

- 使用天然气的较多；如果有炼铁的话就上纯高炉煤气，发热值低，速度慢，成本低；现在非钢铁联合企业（如天津三套ASSEL机组）大多使用3m左右的小煤气发生器供煤气较经济。
- 鞍钢159mmMPM：21m环形炉；燃料：高炉焦炉混合煤气；最大加热能力：67.5t/h；
- 天津21m环形炉炉子最大小时产量：45t/h；平均小时产量：32t/h；



6 其它问题



6. 在轧机后增加一台均整机可有以下好处：1) 可改善钢管内外表面质量，减轻因斜轧带来的螺旋道；2) 可生产壁厚更薄的钢管；3) 可进一步提高壁厚精度，利用标准规定的壁厚负公差进行控制轧制可以提高成材率；4) 可带来满足某些标准要求内径公差交货条件的控制手段。但目前国内在ACCU-Roll机组上尚无增加均整机的先例，从技术角度来看有无此必要？能否在线？生产能力是否够？

□有，烟台鲁宝的ACCU-Roll机组就在轧机后放了一台均整机；但殷国茂院士认为ACCU-Roll的主要优点就是可取消均整机和再加热炉，缩短工艺流程。增加均整机后将降低荒管的温度，对某些薄壁管的定减径及其性能的产生不良影响。必要性不大。



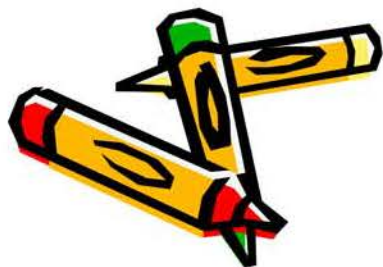
6 其它问题



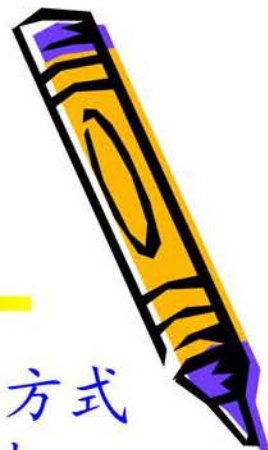
7. 在钢管切断、定尺工序上可否采用高速切管机代替排管锯的作用，从而达到取消排管锯的目的？若增加排管锯工序，在其与矫直工序次序上哪种方式更合理？排管锯与切管锯相比较在生产能力、占地面积和投资上哪种方式更合理？采用切管机对钢管进行定尺是否合理？

□可以。但要安装几对切管机才能达到一台管排锯的效率。

□德国人喜欢先矫直后锯切，移钢线长（回转臂或拨料器投资）占地大，但可减少钢管头部矫直碰伤；意大利人先锯切后矫直，移钢线短，占地少；但增加了钢管头部矫直碰伤的几率。



6 其它问题



8. 根据国际、国内现行标准的要求采用哪一种探伤方式在生产能力、探伤质量和投资方面更合理？超声波、漏磁、涡流？

- 这要看产品大纲的定位，如高压锅炉管要求超声波 + 涡流；油井管使用漏磁的多，主要是效率高。涡流主要检测外表面和近外表面；漏磁对内表面检测也有一定难度，主要是影响探伤速度，削弱了其效率高的优势；超声波检测效果好，但相比较而言速度较慢，并对钢管内外表面质量要求较高。

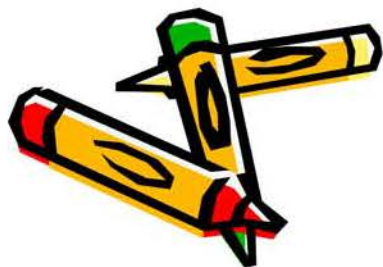
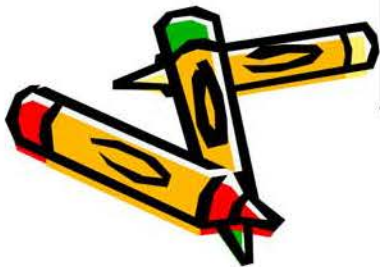
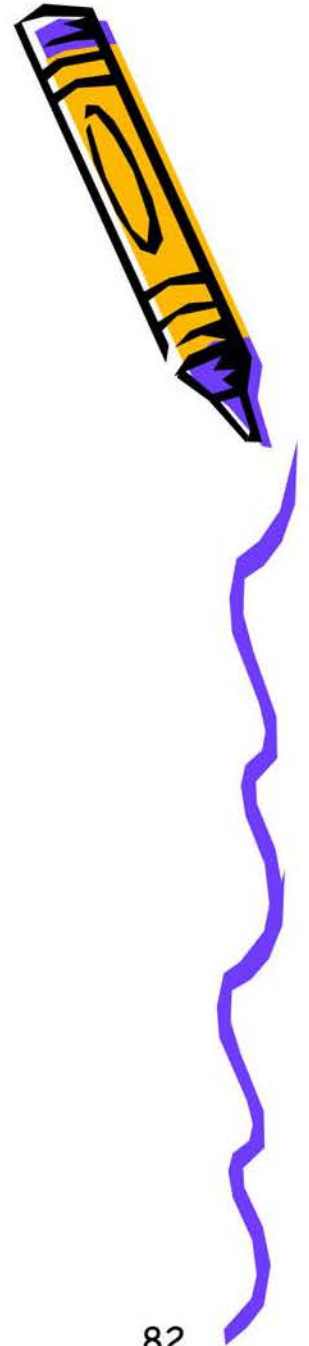


表 钢管无损探伤方法的比较

项目	超声波法 (UT)	涡流法 (ET)	磁力法 (MT)		渗透法 (PT)
			磁粉	漏磁	
基本原理	缺陷对超声波的反射和吸收	缺陷处涡电流的变化引起感应磁场的变化	表面缺陷产生的漏磁对磁粉的吸引	表面缺陷产生的漏磁直接检测	显示液对表面裂纹渗透
探伤部位	表面, 内部	表面, 内部	表面 (限于磁性材料)	表面 (限于磁性材料)	表面
探伤速度	速度较涡流慢, 在线自动探伤, 亦可手工	速度快, 在线自动探伤	速度较快, 自动探伤, 亦手动探伤	速度较快, 自动探伤, 手动探伤	速度慢, 不能自动探伤
国内	170万	10~20万		200多万	
灵敏度	很高	高	较高	较高	高
检测记录及显示方式	自动在线, 立即显示	自动在线, 立即显示	着色磁粉显示或荧光磁粉在暗示显示	自动在线, 立即显示	着色液显示或荧光液在暗示显示



6 其它问题



9. 自动超声波探伤机该设备应具备纵向、横向探伤、测厚及检测分层缺陷之功能，水剂耦合，探伤盲区 $\leq 200\text{mm}$ ，一台生产能力达到15万吨/年，国内有哪家生产制造商可以供货？

□上海、北京、营口、鞍山等地都有生产厂家。鞍山美斯无损检测：超声波探伤仪：150~170万（管体探伤）；150万（管端探伤）

• 卢明熙：0412-8231345，传真：0412-8200004

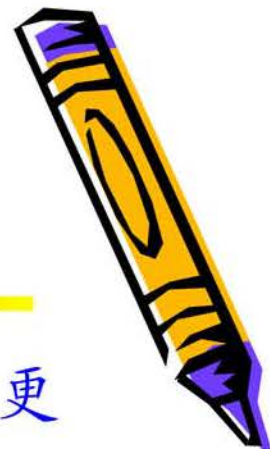
• lumingxi@sohu.com

• 业绩：成都无缝等。

• 另外便携式数字探伤仪。

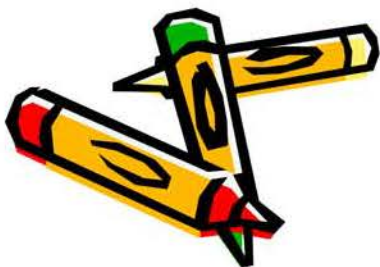


6 其它问题



10. 探伤、水压检验工序是采用在线还是离线生产更合理？

- 还是离线好。当目前很多机组探伤仪在线布置时，时常因探伤影响轧机的作业率；因为轧机与探伤仪的检修周期、更换工具的时间等均不同，在线布置容易互相干扰。



访问我们的官方网站了解更多内容

扫描二维码关注