维普资讯 http://www.cqvip.com

Φ159 mm FQM 三辊连轧管机组主要设备特点

李安全
（攀钢集团成都钢铁有责任公司，四川 成都 610303）

摘 要：介绍了攀钢集团成都钢铁有限责任公司Φ159 mm FQM三辊连轧管机组的工艺、主要设备组成、特点和基本参数。三辊孔型封闭性好，金属变形更均匀；荒管的壁厚及外径精度显著提高，轧制出的钢管表面更光洁；三辊孔型接触面积小，轧制压力降低，孔型过或欠充满现象大大减少，使轧制薄壁管和难变形钢种的能力提高。封闭良好的孔型可避免或减少管端折叠和飞刺的形成，减少张力减径前的切尾长度甚至可省去张力减径前的切尾工序，提高金属收得率和轧制的稳定性。

关键词：Φ159 mm FQM；三辊连轧管机组；工艺流程；平面布置；设备特点；技术参数
中图分类号：TG333.8 **文献标识码**：B **文章编号**：1001-2311(2007)06-0032-05

Main Equipment Features of Φ159 mm FQM 3-roll Mandrel Pipe Mill

Li Anquan
(Pangang Group Chengdu Iron & Steel Co., Ltd., Chengdu 610303, China)

Abstract: Described in the paper are the main aspects of the Φ159 mm FQM 3-roll Mandrel Pipe Mill located in Pangang Group Chengdu Iron & Steel Co., Ltd., including the process, and the composition, features and basic data of the main equipment units. With the three-roll structure, satisfactorily-enclosed pass is available which ensures more homogeneous metal deformation, significantly-improved wall thickness and OD accuracies and better surface finish of the shell. Thanks to the three-roll formed pass, the contact area is reduced, and thus the rolling pressure is also reduced, which lessens the overfill or under-fill of the pass so as to enhance the ability of the mill to roll light-wall tubes and hi-deformation steel grades. Furthermore, with the well-enclosed pass, defects like tube-end folding or fin is eliminated or reduced, and the pre-stretch-reducing cropping length of the tube is shortened or even the cropping process can be eliminated at all, resulting in higher yield and better rolling consistency.

Key words: Φ159 mm FQM; 3-roll mandrel pipe mill; Process flow; Layout; Equipment features; Technical data

0 前 言

攀钢集团成都钢铁有限责任公司引进的Φ159 mm FQM三辊连轧管机组于2005年11月开工建设。现已建成投产，预计年产外径48.3~177.8 mm、壁厚3.5~25.0 mm，长度4.00~14.63 m各类热轧无缝钢管35万t，其品种主要为油井管管料、流体输送管、高中低压锅炉管、液压支柱管、汽缸套管、化肥设备用高压管、结构用管、船舶用管及冷轧(拔)管料等。

1 生产工艺流程与平面布置

FQM三辊连轧管机组工艺流程如下：

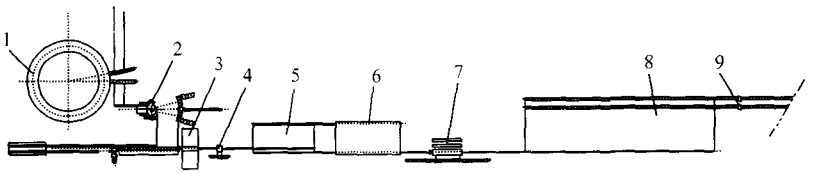
定尺圆管坯→称重→环形炉加热→穿孔→毛管抗氧化处理→高压水除鳞、三辊连轧→脱管→测温、测厚、测长→荒管冷却、再加热(根据需要)→

李安全(1961-)，男，教授级高级工程师，技改规划部副部长，主要从事钢管设计研究与工程管理工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

高压水除鳞、张力减径机减径→测量温度和尺寸→冷却→定尺成排锯切→精整。

加热炉跨和热轧跨采用高架平台布置。车间工艺平面布置见图1。



1—环形炉 2—穿孔机 3—FQM连轧管机 4—脱管机 5—小冷床
6—步进式再加热炉 7—24机架张力减径机 8—步进冷床 9—圆盘排管冷锯

图1 FQM三辊连轧管车间工艺平面布置示意

2 主要设备组成和特点

FQM三辊连轧管机组的主要设备组成为：导盘式锥形辊穿孔机+带空心减径机的紧凑型5机架三辊式限动芯棒连轧管机+3机架三辊脱管机+24机架张力减径机(后3架可调)。其主要特点如下。

(1) 导盘式锥形辊穿孔机

利用公司现有设备(仍属先进机型)，根据工艺平面布置和生产节奏要求对该设备进行必要的改造：增加了后台机内定心装置和前台管坯定心装置，将辗轧角固定，增强了机架锁紧，提高了机架刚性。同时，对后台二段和主传动也进行了相应的适应性改造，以提高生产效率和可靠性。

(2) 三辊限动芯棒连轧管机

该机组为意大利DANIELI公司结合典型的二辊限动芯棒连轧管机技术及三辊孔型设计技术开发的三辊连轧管机FQM(Fine Quality Mill)，沿径向的线性孔型调节是其最突出的特点，使孔型调节更简单、更直接，并且在同等调节情况下对壁厚精度的影响更小，轧辊机架的拆装和校准更方便。其结构如图2所示。

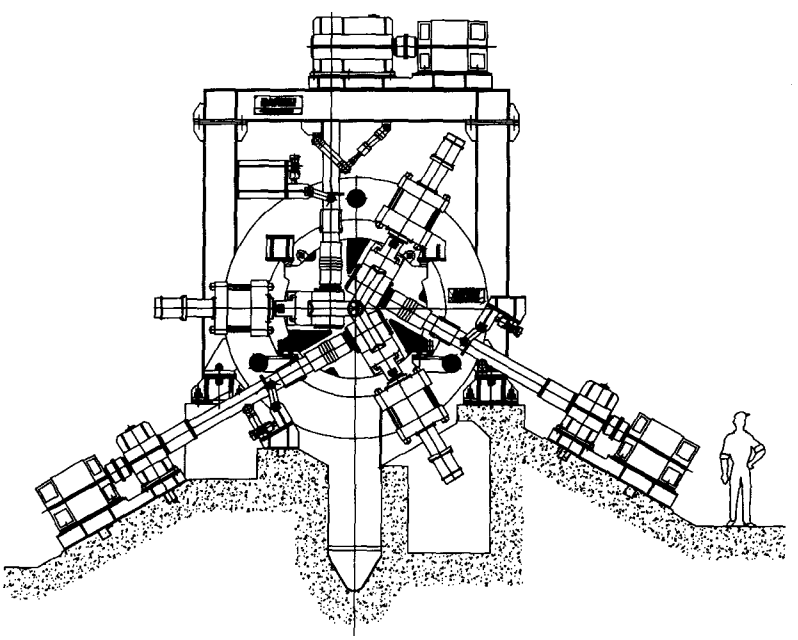


图2 FQM三辊连轧管机结构示意

该设备的主要特点和优势：

三辊孔型封闭性好，孔型顶部与其他各点间线速度差小，金属变形更均匀；三辊布置保证了芯棒在孔型中的更好对中。这些均使得荒管的壁厚及外

维普资讯 http://www.cqvip.com

径精度显著提高，钢管表面更光洁。另外，3 个轧辊可同时或单独线性调节，使得同一种规格的芯棒轧制多种壁厚规格的钢管引起的壁厚偏差有明显降低。同时，三辊孔型接触面积小，轧制压力降低，孔型过或欠充满现象大大减少，使轧制薄壁管和难变形钢种的能力提高。

封闭良好的孔型可避免或减少管端折叠和飞刺的形成，减少张力减径前的切尾长度甚至可省去张力减径前的切尾工序，提高金属收得率，增加了轧制的稳定性。

工具消耗降低，孔型各点间速度差的减小、轧件的均匀变形以及低的平均轧制压力，使轧辊、芯棒的磨损少且均匀；对槽深较浅的三辊孔型的线性调节，可实现用一个规格的芯棒轧制多个规格的产品。减少了轧辊、芯棒的磨损和所配芯棒的规格数量。

更高的效率及适应性、调整性良好的三辊孔型，使得 FQM 连轧管机不但可实现少规格、大批量生产，也适于多品种规格、小批量轧制。

配置空减机后，可使毛管内径加大，利于穿棒；适当的变形，消除了毛管尺寸波动对连轧的影响，使机组的稳定性大为提高。

液压辊缝控制系统(HAGC)具有自动按预设定值对轧辊定位，轧制过程中冲击峰值压力自动补偿、轧辊机架变形补偿，实际轧制压力控制等功能，可进一步提高钢管质量，减少切头损失。

(3) 3 机架三辊式脱管机

每个轧辊单独传动，采用特殊结构的方形轧辊机架；采用普通数控机床(需专用工装夹具)以单个加工辊环的方式加工孔型，无需专门的三辊孔型加工机床；配备专用的轧辊机架拆装设备。轧辊机架的结构形式与张力减径机一致。

(4) 24 机架三辊式张力减径机

该张力减径机由德国 KOCKS 公司设计制造，每个轧辊单独传动，交流变频调速，后 3 个机架轧辊可调，便于张力控制，减少机架更换次数和时间。采用 2 套孔型系统可完成近 500 个规格成品管的定(减)径轧制。轧辊机架孔型是采用普通数控车床对单个辊环进行单独加工，不是采用传统的机架轧辊整体加工方式。简单化的孔型加工方式，既减少了备用机架的数量，又省去专用加工机床，还降低了长期运行费用。同时，由于各机架轧辊实际直径不同，采用了变架间距的紧凑式设计，缩短了机组长度，可进一步减小管端增厚长度。

在控制方面配置了完善的自动控制系统。可实现钢管增厚端控制(HEC)、自动壁厚控制(AWC)、传动系统冲击补偿、负荷均衡控制等必要的控制功能；同时，根据在线检测信息，经远程轧辊调节机构可实时对后 3 个可调轧辊机架进行远程调节，调节完毕后与轧辊机架分离。既减少切损、降低金属消耗，又保证了产品质量。该张力减径机和轧辊机架如图 3 所示。辊环、辊芯及孔型加工如图 4 所示。

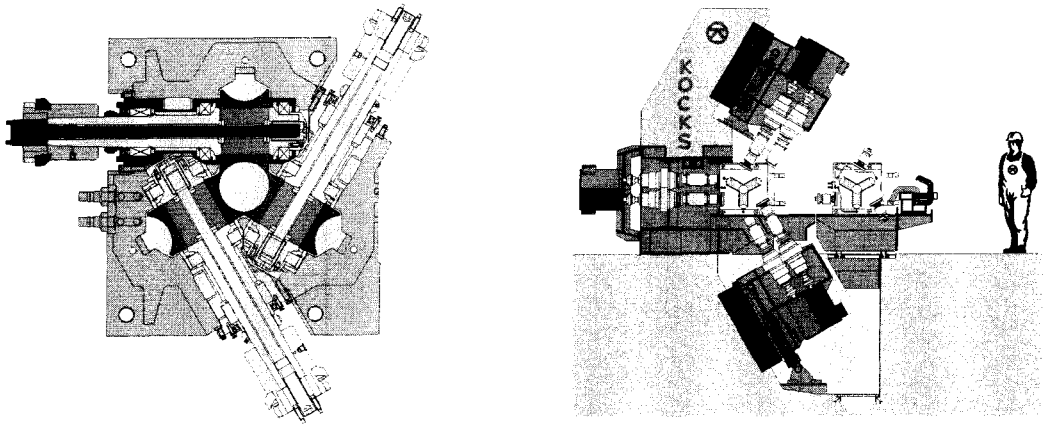
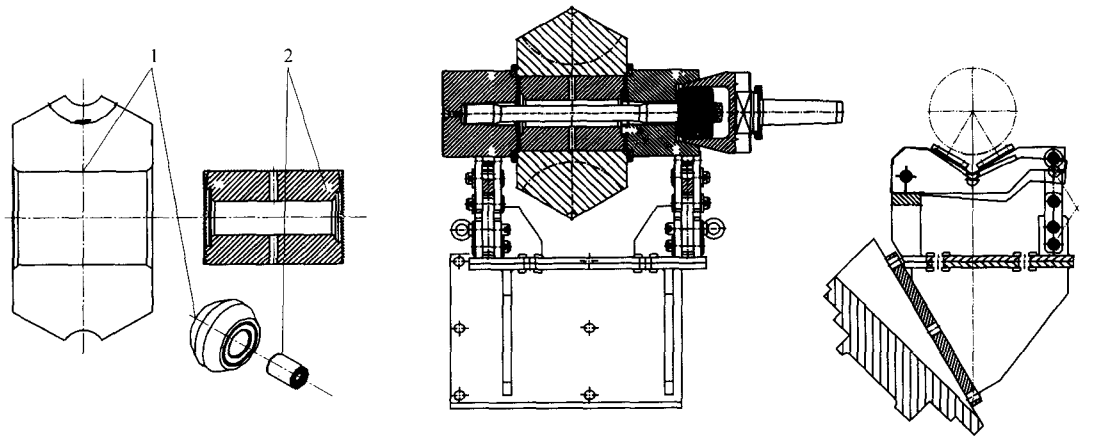


图 3 张力减径机和轧辊机架结构示意

辊环的装拆如图 5 所示。装配时，先将辊环在专用加热炉加热到适当温度，同时在辊芯表面涂一层专用粘结剂，再在压力机上将辊芯压入辊环。冷却后由专用的加工夹具夹持(与装辊时同一精度)加工孔型。仅当辊环报废时才将辊芯压出。

远程轧辊调节机构通过对每架 3 个轧辊的同步

维普资讯 http://www.cqvip.com



1 — 辊环 2 — 辊芯

图 4 辊环、辊芯及孔型加工示意

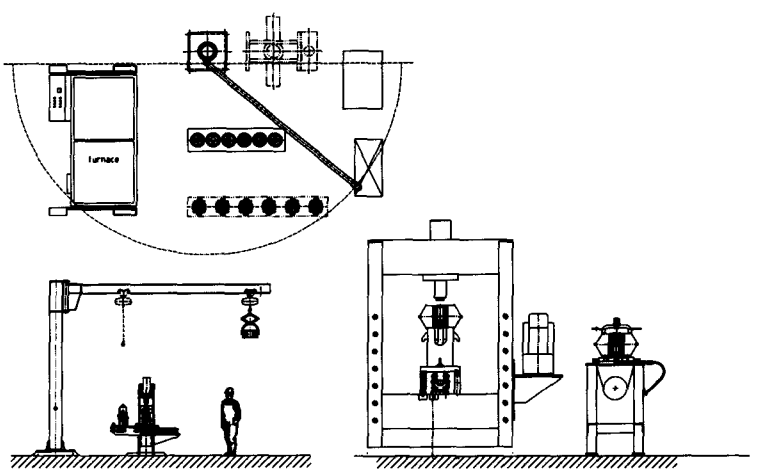


图 5 辊环装拆示意

调整(改变 3 个轧辊轴线围成等边三角形内接圆半径)，补偿轧辊均匀磨损引起的孔型变化，保持轧制钢管的外径精度。同时，系统也将根据这些调整参数实时调节相应机架的轧辊转速给定，以保持机架间的张力稳定和壁厚精度受控。这种在线实时调节，既保证了产品质量，又减少了轧辊更换频率、轧辊加工量和消耗，提高机组作业率。远程轧辊调节机构如图 6 所示。

这里说到的后 3 个机架，并不一定是 24 架的最后 3 架，针对不同轧制规格的孔型，具体位置是变化的(孔型设计时确定)。

3 主要设备技术参数

(1) 穿孔机(利旧改造)

型 式	带导盘的锥形辊穿孔机
管 坯	Φ200 mm
主机架型式	轧辊左右布置导盘上下布置
轧辊直径(最大)	1 118 mm
主电机功率	4×1 306 kW(D.C.)

(2) 连轧管机

型 式	带空减机架的 5 机架限动芯棒三辊连轧管机(FQM)
出口钢管规格	Φ192 mm×4.40~24.79 mm
轧制速度(最大)	4.0 m/s
芯棒总长度	16 500(工作段 11 500)mm
主电机总容量	9 450 kW(A.C.)

(3) 脱管机

型 式	轧辊单独传动的 3 机架三辊式
出口钢管规格	Φ182 mm×4.51~25.03 mm
轧辊名义直径	360 mm

维普资讯 http://www.cqvip.com

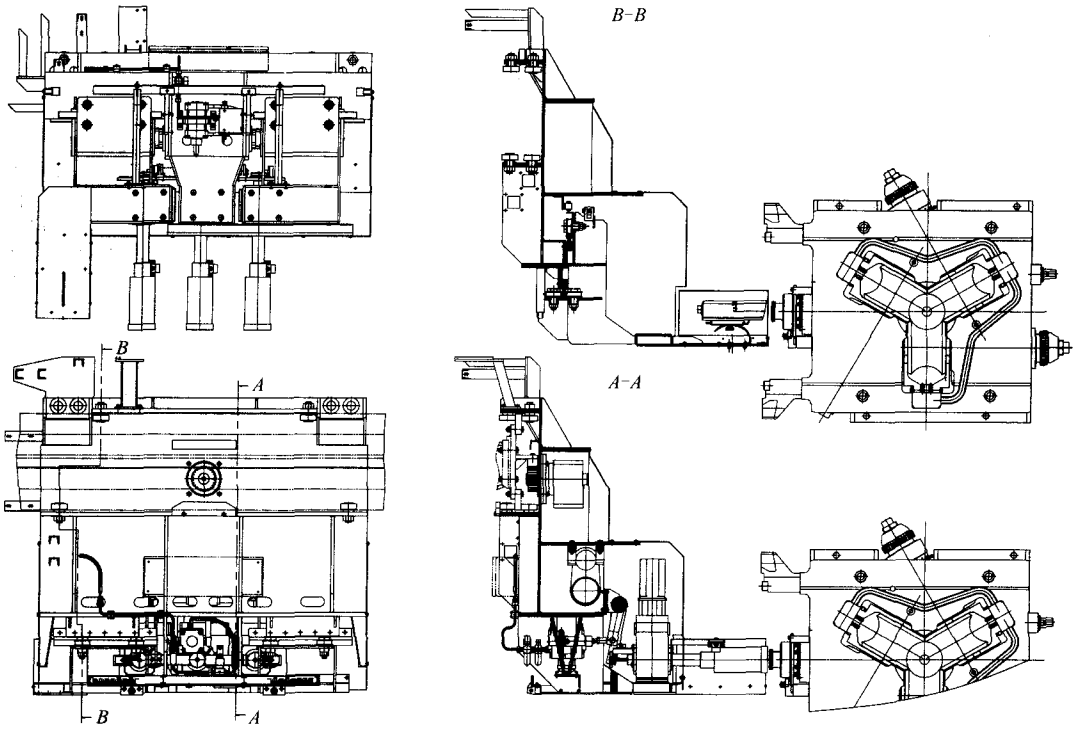


图 6 远程轧辊调节机构示意

出口速度	~4.25 m/s
主电机	9×105 kW，水冷却
机架更换	液压驱动更换装置

(4) 张力减径机

型 式	轧辊单独传动的 24 机架三辊式
出口钢管规格	Φ48.3~177.8 mm×3 500~25 000 mm(最大长度 90 m)
机架间距	300/315/325/335/345/355 mm
轧辊名义直径	360 mm
主传动电机	72×105 kW，水冷却
机架更换	液压驱动更换装置

4 结 语

攀钢集团成都钢铁有限责任公司 Φ159 mm FQM 三辊连轧管机组，除配置了特点鲜明的先进连轧管机、脱管机和张力减径机外，还设置了多层次的较为完整的在线检测系统。在脱管机后，设置了具有温度补偿功能的长度测量系统和激光超声波壁厚测量系统；在张力减径机后，设置了具有温度补偿功能的光学式外径、长度测量系统和激光超声波壁厚测量系统。这些技术和设备的应用效果将有待下一步的生产实际检验。

(收稿日期：2007-08-30)

●信 息

宝山钢铁股份有限公司宝钢分公司钢管厂成功试轧超级 13Cr 套管

2007 年 11 月，宝山钢铁股份有限公司宝钢分公司钢管厂成功试轧出两根 Φ139.7 mm 超级 13Cr 套管。本次轧制的超级 13Cr 套管合金含量达 20%，轧制难度大，是钢管产品中的“精品”。目前，国内还没有批量生产能力。

宝钢分公司钢管厂通过此次成功试轧超级 13Cr 套管，积累了重要的生产工艺和设备参数，为下一步批量试制奠定了坚实的基础。

(宝山钢铁股份有限公司宝钢分公司 谢麒麟)