# 焊管 Φ114 机组 3/2″轧辊孔型设计与应用

王孝东　吴明胜
（热轧带钢厂）

摘　要　为提高焊管 3/2″规格生产能力，我们设计了 Φ114 机组 3/2″轧辊孔型，并在使用过程中不断地进行改进与完善，使这套轧辊在生产中发挥了重大作用，不仅缓解了生产组织方面的压力，保证年产目标的完成，而且满足了市场的需求。

关键词　焊管　Φ114 机组　轧辊　孔型设计　改造

我厂生产的焊管是低压流体输送用焊接钢管，主要有 8 大品种系列，现有 3 条焊管机组，Φ45 机组不能生产 3/2″规格的钢管，Φ114 机组根据工艺要求能生产但没有设计此规格孔型，只有 Φ76 机组一直生产 3/2″厚度在 3.5mm 以下规格的钢管。仅 1999 年 3/2″规格产量占年总产量的 47%，需求量较大，因此，急需在 Φ114 机组开发轧制 3/2″规格焊管。

## 1　1998 年前焊管 Φ114 机组生产现状

Φ114 机组于 1995 年投产以来，一直生产 2″、5/2″、3″ 3 种规格的焊管，所需的热轧普带坯均由带钢线提供。在 1998 年以前，受技术水平和生产条件的限制，Φ114 机组的班产量较低，只有 40t/班，带钢线的供坯可以满足生产的需要。但因为焊管车间原料存放场地较小，只能存放一千多吨坯料，而要保证 Φ76、Φ114　2 条机组同时生产，需要准备的坯料规格较多。带钢线不能满足焊管线需要同时准备多个坯料规格的要求，这使焊管线经常出现 Φ76、Φ114　2 条机组不能同时生产的局面，引起的待坯误时较多，使焊管生产非常被动。

为满足市场需求，适应备料的特点，改变生产的被动局面，我们根据工艺要求分析论证后决定，在 Φ114 机组设计 3/2″轧辊孔型，加大 3/2″规格焊管的产量，实现 2 条机组 3/2″坯料共享，提高作业率及产量。

## 2　Φ114 机组 3/2″轧辊孔型设计与试生产

1999 年，我们开始设计 Φ114 机组 3/2″轧辊孔型。由于 Φ76 机组生产的就是 3/2″焊管，虽然 2 条机组的工艺参数不同，但孔型参数可以作为参考。Φ114 机组 2″轧辊孔型与 3/2″轧辊孔型接近，且有相同的机组参数。因此，我们就参考 Φ76 机组 3/2″轧辊孔型和 Φ114 机组 2″轧辊孔型，设计 Φ114 机组 3/2″轧辊孔型。

在设计过程中，我们将上述 2 个孔型进行对比，根据焊管轧辊孔型设计的经验公式进行计算，结合 Φ114 机组的特点，设计出一整套孔型图纸，共 40 张。此套轧辊采用双半径孔型设计，包括开口孔型、闭口孔型、立辊群、导向辊、三辊式挤压辊、磨光辊、定径平辊、定径立辊、八辊初矫辊等部分。同时还设计了与轧辊配套的平辊轴套和立辊轴套。

在备件制作的过程中，我们仔细听取了轧辊生产厂专家的意见，对部分轧辊孔型的参数进行适当的修改和调整，使之更加符合焊管成型时带钢在孔型内的变形特点。

2000 年 4 月，轧辊进入试用阶段。当月生产焊管近 590t，平均班产 34.7t，成品废 26.43t，平均单位钢耗 1146kg/t。试用阶段里，成品废管较多，钢耗较高，生产过程中常常出现焊缝扭转、无焊筋、尺寸超差等严重问题，究其原因主要有 3 点，见表 1。

表 1　焊管缺陷原因分析及对策表

| 焊管缺陷 | 原因分析 | 实施对策 | 完成时间 |
|---|---|---|---|
| 焊缝扭转 | 导向辊导向片直径偏小 | 1）对 2″导向片进行车削加工，暂时代替。<br>2）导向片直径加大 6mm。 | 2000 年 8 月 |
| 无焊筋 | 挤压力不够，挤压下辊直径小 | 1）挤压下辊直径加大 20mm。<br>2）辊缝值由 3mm 增加到 5mm。 | 2000 年 12 月 |
| 尺寸超差 | 调整不当 | 1）由工段对调整工进行培训。<br>2）Φ76、Φ114　2 机组职工进行经验交流。 | 2000 年 8 月 |

在对职工进行培训、导向片进行改造后，2000 年 9 月再次投入生产，生产指标有明显的改善，见表 2。



© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表2　2000年4月、9月及全年生产指标对比

| 时间 | 产　量(t) | 总　耗(t) | 成品废(kg/t) | 单位钢耗(kg/t) | 平均班产(t) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4月 | 589 | 675 | 44.8 | 1146 | 34.7 |
| 9月 | 1479 | 1624 | 37.7 | 1098 | 36.1 |
| 全年 | 2702 | 3040 | 41.7 | 1125 | 34.6 |

由表2可以看出，9月份Φ114机组3/2″焊管废品率明显减少，单位钢耗有较大幅度的下降。2000年焊管线年产46,879t，其中Φ114机组生产的3/2″焊管占总产量的5.8%，比例虽小，但有效地保证了焊管线年产45,000t目标的实现，满足了市场需求。

## 3　轧辊孔型改进

从2001年起，Φ114机组3/2″轧辊进入完善阶段，先后进行了挤压下辊改进的效果检验、立辊群孔型改进、挤压辊由三辊挤压改进为两辊挤压、八辊初矫直机改为四辊初矫直机的改造，并且使挤压辊和初矫直辊能够在Φ76机组与Φ114机组上通用，大大节约了成本。

### 3.1　挤压下辊改进的效果检验

自2000年对挤压下辊实施改进以后，2001年投入使用进行效果检验，生产技术指标见表3。

表3　2001年Φ114机组3/2″焊管生产技术指标

| 产　量(t) | 总　耗(t) | 成品废(kg/t) | 单位钢耗(kg/t) | 平均班产(t) |
|---|---|---|---|---|
| 13,937 | 14,802 | 24 | 1062 | 47 |

通过表3与表2的对比，我们可以看出，经过改进之后，因挤压力得到增强，调整方便，所以焊筋稳定，成品废与2000年相比减少了17.7 kg/t。单位钢耗有较大幅度的下降，下降了63 kg/t。班产水平有较大的提高，与计划班产40t相比，超出7t，最高班产超过了70t，表明改进后挤压下辊使用状况良好，生产稳定。

同时，挤压辊换辊次数减少，由4班/套提高到6班/套，每套挤压辊的过钢量增加，有效地减少了误时，增加了产量，见表4。

表4　2000年与2001年挤压辊换辊情况对比

| 时间 | 投料量(t) | 换辊次数 | 过钢量(t/套) |
|---|---|---|---|
| 2000年 | 3040 | 20 | 152 |
| 2001年 | 14,802 | 61 | 243 |

### 3.2　立辊群孔型改进

在2001年一季度生产过程中，我们发现，机组翻带特别频繁，有时1个班达到3次之多，不仅引起较多误时，影响产量，而且增大了工人的劳动强度。为此，我们进行了跟踪观察，发现翻带主要出现在立辊群，特别是立辊群第一架。在对该孔型做了研究分析后认为，主要原因是起辅助变形和吸收边缘延伸作用的立辊群位于开口孔型与闭口孔型之间，相隔距离较长，容易出现焊缝扭转，而立辊群第一架设计的孔型不能发挥导卫作用，因此需要对孔型进行改进，使之能够控制焊缝偏转。

原立辊群第一架孔型为单半径圆弧孔型，不能对管坯带钢边缘进行定位导向。修改后，采用双半径孔型，使孔型符合管坯带钢变形的特点，提高焊管质量，减少了桃形、漏焊等质量缺陷；同时修改孔型上沿的结构，使它兼具导卫作用，保证管坯带钢在孔型内变形时边缘的正确位置，不发生扭转，有效地防止翻带和跑偏现象的发生。

2001年下半年投入使用，使用效果见表5。改造后基本上消除了翻带和跑偏现象，翻带频率由0.63次/班降到0.28次/班，工人劳动强度降低；作业率得到有效地提高，因翻带和跑偏引起的误时减少，以每次处理故障0.5h计算，8～12月减少误时约7h。

表5　2001年立辊群孔型改进前后效果对比

| 时间 | 生产班次 | 翻带次数 | 频率(次/班) |
|---|---|---|---|
| 1～7月 | 160 | 101 | 0.63 |
| 8～12月 | 137 | 38 | 0.28 |

### 3.3　挤压辊由三辊挤压改造为两辊挤压

Φ114机组挤压辊一直采用三辊式挤压，对于较大口径焊管来说，挤压力稳定、均匀，挤压效果好。但对于小口径焊管来说，由于挤压上辊辊面小，受力大，容易发生辊面破裂；在与熔化的钢液接触时，也易阻塞辊面孔型，影响焊筋；换辊操作不方便，需割断焊管，换辊后再重新穿带，误时较多；同时因换辊较频繁，辊耗较高。Φ76机组一直采用的是两辊式挤压辊，使用效果很好。如果Φ114机组在生产3/2″焊管的时候，也采用两辊式挤压辊，就可以避免上述问题。

在对2条机组挤压辊系统工艺参数进行比较分析后，我们确定改进方案可行。挤压辊采用Φ76机组挤压辊。由于2条机组操作端调整方向正好相反，所以对Φ76机组挤压辊座做了一些局部改动，将调整丝杆倒换方向，将挤压辊轴及滑块改换，与Φ114



© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

机组轧制方向相符合。因为2条机组的轧制线标高不同，所以专门制作了一个底座，底座上螺孔与两辊挤压辊座螺孔位置相符，底座下螺孔与三辊挤压辊座螺孔位置相符。这样，既适用于两辊式挤压辊，又不影响三辊式挤压辊的使用，可谓一举两得。

完成改进后，于2002年投入使用，经过生产验证，效果显著，见表6。首先是挤压辊辊耗下降，吨钢辊耗下降了0.156kg。其次是换辊误时减少，不仅每套轧辊的换辊用时减少，由30min/次降到20min/次，而且随着轧辊使用寿命延长，换辊次数也大大减少，约减少10次，共减少误时11.5h。除此之外，还可减轻工人的劳动强度，调整方便，并保证焊缝质量的稳定。

表6　114机组挤压辊座改造前后效果对比

| 时　间 | 产　量(t) | 投料量(t) | 换辊次数 | 过钢量(t/套) | 轧辊重量(kg/套) | 辊耗(kg/t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001年 | 13,937 | 14,802 | 61 | 243 | 45.5 | 0.217 |
| 2002年 | 11,575 | 12,069 | 39 | 309 | 18 | 0.061 |
| 2003年 | 13,094 | 13,673 | 38 | 360 | 20 | 0.058 |

在使用过程中，职工反映挤压辊经常出现裂辊、车削掉肉的现象，影响挤压辊的使用，所以一般都是使用一次即报废，不进行车削。在1条机组生产的时候，备件量不大，能够满足生产需求，但2条机组同时生产时，挤压辊消耗较快，可能会出现备件量很大或库存缺货的危险。为此，我们进行现场调查。由于挤压辊使用在高温、多水、骤冷骤热、带高频电流、易腐蚀、受力较大等环境里，要求挤压辊除了具备的较高的硬度、强度、韧性、耐磨性外，还应有一定的耐腐蚀性、红硬性和热强性，因此，挤压辊的硬度选取会低一些，不能通过增大硬度来提高轧辊的使用寿命。

经过分析，我们发现，缺陷发生部位主要集中在上沿，是主要的受高频作用、受力、受热点，而使用的挤压辊上沿厚度偏薄，容易造成破辊问题，所以可以在不改变材质的情况下，通过适当加厚的办法予以解决。在将孔型上沿增加了5mm后，于2003年投入使用，使用效果见表6。一方面轧辊使用寿命延长，换辊次数减少了6次，减少误时2h，另一方面辊耗降低了0.003kg/t。同时，轧辊可以实现重复车削使用，减少了轧辊的备件数量。

### 3.4　八辊初矫直机改为四辊初矫直机的改造

在对挤压辊进行改造的同时，我们也展开了对初矫直机的改造。原初矫直机采用八辊初矫直机，换辊安装十分复杂。由于管径小，轧辊数量多，轧辊与钢管接触面小，容易引起压痕和划伤。调整过程中，有少量轧辊接触不到钢管，调整操作不便，影响钢管的弯曲度。而Φ76机组四辊初矫直机工作稳定，调整方便，将其应用到Φ114机组，同样只需要对辊座进行部分改造，并加上调整轧制线标高的底座，就可以了。

经过改造，与挤压辊座同时投入使用，不仅取得了预想的工作性能和钢管矫直质量，减轻了换辊劳动强度，而且初矫直辊辊耗也下降了(见表7)。

表7　初矫直机改造前后辊耗对比

| 时间 | 产量(t) | 轧辊消耗量(套) | 轧辊重量(kg/套) | 辊耗(kg/t) |
|---|---|---|---|---|
| 2001年 | 13,937 | 4 | 160 | 0.046 |
| 2002年 | 11,575 | 3 | 38 | 0.01 |

## 4　结语

经过一系列的改进，此套轧辊孔型在工艺技术上日渐成熟，在生产中发挥着越来越重要的作用，从而进入生产稳定期。表8是2000年至2004年Φ114机组3/2″焊管生产情况比较。

表8　2000年至2004年Φ114机组3/2″焊管生产情况

| 时间 | Φ114机组3/2″产量(t) | 单位钢耗(kg/t) | Φ114机组年产量 | | 焊管总产量 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 年产量(t) | % | 总产量(t) | % |
| 2000年 | 2,702 | 1125 | 25,427 | 10.6 | 46,878 | 5.8 |
| 2001年 | 13,937 | 1062 | 24,992 | 55.8 | 53,622 | 26 |
| 2002年 | 11,575 | 1043 | 25,813 | 44.8 | 49,681 | 23.2 |
| 2003年 | 13,094 | 1044 | 28,359 | 46.2 | 52,456 | 25 |
| 2004年 | 9,407 | 1047 | 25,352 | 37.1 | 49,668 | 18.9 |

从表8可以看出，该套轧辊自投入使用以来，在生产中发挥了重要作用，产量在Φ114机组所生产的4个品种中占四成左右，占焊管总产量的1/4，而且产销率一直是100%，有效地缓解了坯料准备的压力，保证了历年焊管年产量目标的实现。经过一系列改进，不仅在一定程度上促使产量增加，而且使钢耗下降(稳定控制在1050kg/t以内)，辊耗下降，部分轧辊备件量减少，工人劳动强度减轻，既增加了效益，又降低了成本。



© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net