

# 印度铁路车轴加工质量与效率的提升

孙强，孙志宏，贾广林

中车大同电力机车有限公司 山西大同 037000

**摘要：**为了提高印度铁路车轴加工生产线效率，降低返修率与废品率，通过优化工艺技术改善产品质量，平衡生产线能力，建立节拍化生产管控模式，提升生产线效率，使产品质量损失率降低至0.6%，生产效率提升85%，有效地提高了印度铁路车轴的加工效率和质量。

**关键词：**印度铁路车轴；工艺优化；质量；效率；提升；节拍化生产

## 1 序言

车轴是轨道车辆和机车最重要的部件之一，其安全性直接关乎车辆的行车安全。印度铁路车轴是一种多台阶细长轴，长度直径比大，在磨削力和磨削热的作用下易产生锥形、腰鼓形及振痕等多种缺陷，造成工件径向圆跳动和同轴度超差。另外，由于印度铁路车轴现有生产线生产效率低，每月（两班）产量仅700根，无法满足月产1500根的能力要求，所以对其加工质量和效率进行提升显得尤为重要。

## 2 原工艺及存在的问题

在普通外圆磨床磨削轴颈、防尘座后，由于表面粗糙度值达不到图样要求的 $Ra=0.8\mu m$ ，所以需要再对轴颈、防尘座及圆弧进行滚压。在滚压之后车轴轴颈会出现洼心，圆柱度也普遍不能满足要求，甚至有部分车轴轴颈因尺寸偏小而造成车轴直接报废。

印度铁路车轴原加工工艺流程为：铣端面、钻中心孔→半精车外圆→超声波探伤→精车外圆→钻孔、攻螺纹→磨轴颈→磨轮座、防尘座→滚压→磁粉探伤→打印标识。

依托新八轴机车生产线实现混线生产，生产线平衡率46.3%，单日产量（两班）仅28根，无法满足要求。各工位生产能力见表1。

磨轴颈工序加工要求如图1所示，磨轮座工序加工要求如图2所示，滚压工序加工要求如图3所示。原磨削工艺存在如下问题：①一次校检合格率

表1 各工位生产能力

| 序号 | 工位名称     | 台位数量 | 节拍时间/min | 生产能力/根 |
|----|----------|------|----------|--------|
| 1  | 铣端面、钻中心孔 | 2    | 11.5     | 72     |
| 2  | 半精车外圆    | 1    | 37       | 22     |
| 3  | 精车外圆     | 1    | 34       | 24     |
| 4  | 超声波探伤    | 1    | 9        | 92     |
| 5  | 钻孔、攻螺纹   | 1    | 18       | 46     |
| 6  | 磨轴颈      | 1    | 30       | 28     |
| 7  | 磨轮座、防尘座  | 1    | 28       | 30     |
| 8  | 滚压       | 1    | 16       | 50     |
| 9  | 磁粉探伤     | 1    | 11       | 76     |

50%，返修率高。②效率低，占用3台设备，需6次装夹。③磨削工序为加工瓶颈，如果磨削工序提高加工速度，则车轴生产效率将显著提高。

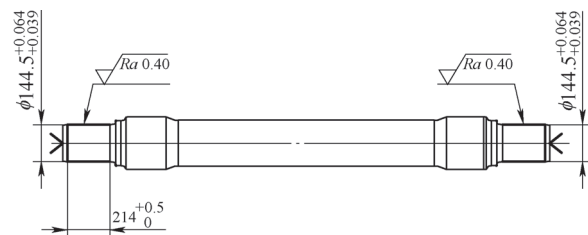


图1 磨轴颈工序加工要求

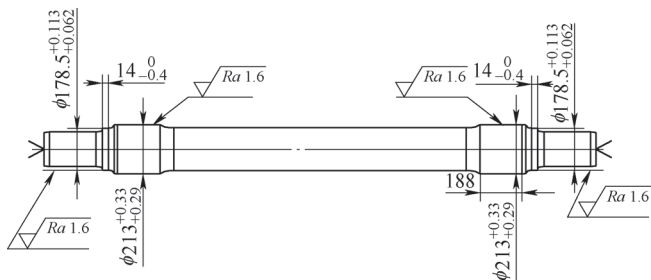


图2 磨轮座工序加工要求

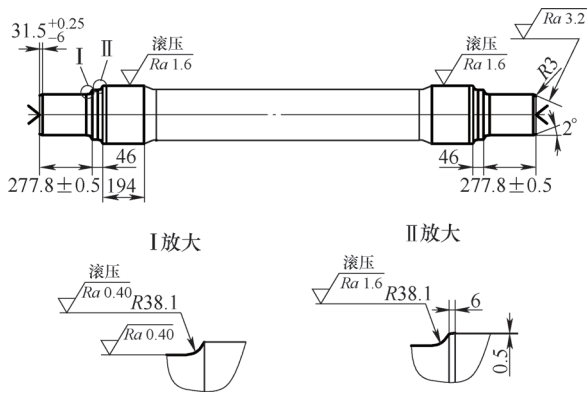


图3 滚压工序加工要求

印度铁路车轴外圆尺寸偏差要求为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，外圆表面粗糙度值 $Ra=6.4\mu\text{m}$ ，原加工工艺为半精车→精车→探伤，但是存在如下问题：①加工时间长，单根加工时间65min，加上辅助时间6min，共71min，每班完成6根。②加工成本高，精车、半精车刀具费用高。

总体来看，车间设备利用率低，有多台设备闲置，各工序设备数量配置不合理。

### 3 工艺优化

针对印度铁路车轴加工生产线效率低、返修率与废品率高等问题，优化工艺方案如下。

1) 根据车轴的外形与尺寸,设计的成形砂轮结构如图4所示。编制成形砂轮采购技术规范,指导成形砂轮采购。

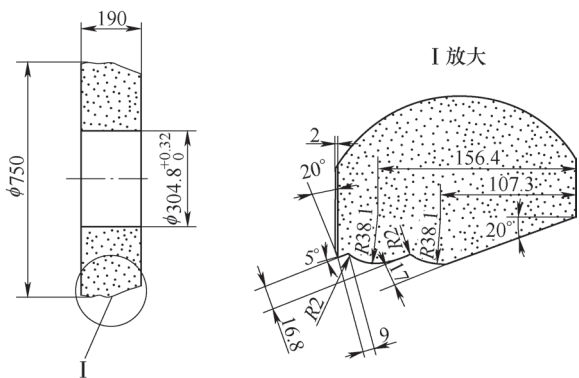


图4 成形砂轮结构

优化砂轮修整程序,在保证车轴产品质量符合图样要求的前提下,减少车轴加工过程中修整砂轮的次数。

由于机床导轨磨损,影响车轴磨削质量,因此重新定位,避开磨损位置。针对中心孔不圆、磕

碰等问题，增加钳工修整，在加工时成形铣床空转两圈。

采用成形磨削工艺,实现轴颈、防尘座及圆弧一次磨削,代替之前的普通磨削加滚压。设备由普通外圆磨床MQ1350,改为数控成形磨床103110 PF61 S3000。改进后的工艺流程为:磨轴颈、防尘座及圆弧→磨轮座、轴颈、防尘座及圆弧。磨轴颈、防尘座及圆弧工序加工要求如图5所示,磨轮座工序加工要求如图6所示,工艺改进前后表面质量如图7所示。由图7可以看出,工艺改进后车轴表面质量得到了很大的改善。

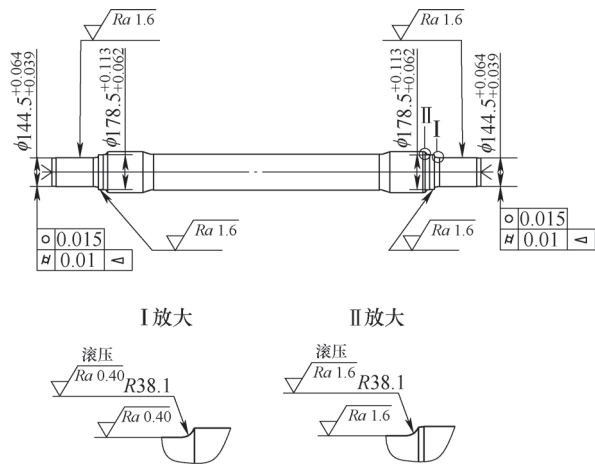
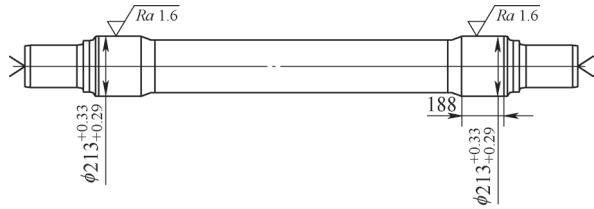


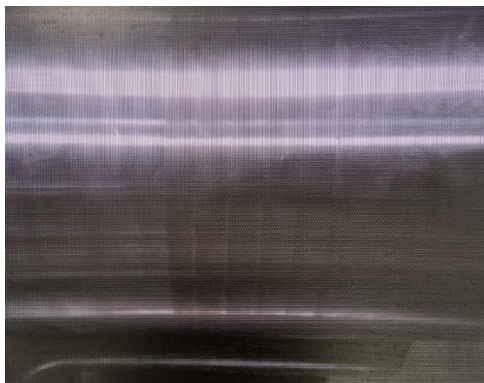
图5 磨轴颈、防尘座及圆弧工序加工要求



### 图6 磨轮座工序加工要求

2) 改进工艺,取消半精车工序,只留精车工序。改进后外圆尺寸偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ 可以满足,而外圆表面粗糙度超差,需做如下改进:①设备改为乔福ST130C机床,精度高,精车就能满足外圆公差及表面粗糙度要求。②刀具改用住友DNMM150608WF刀片。③修改切削参数,转速增加,进给量减小,保证外圆表面粗糙度值 $Ra=6.4\mu\text{m}$ ,满足探伤要求。

取消半精车工序可节省一半加工时间, 每班加工车轴12根, 每根可节省: 工时费用450元, 设备消



a) 改进前表面质量



b) 改进后表面质量

图7 工艺改进前后表面质量

耗费用约330元，半精车刀片费用100元，桥式起重机及辅助人工费用150元。

优化后的印度铁路车轴加工工艺流程为：铣端面、钻中心孔→精车外圆→超声波探伤→钻孔、攻螺纹→磨轴颈、防尘座及圆弧→磨轮座→磁粉探伤→打印标识。

3) 合理配置各工序设备数量，利用车间闲置设备5台，其中数控磨床2台、数控车床2台及数控镗床1台，使生产线生产能力、平衡率大幅提升。工艺优化后各工位生产能力见表2。同时，对班组相关操作人员进行现场培训，要求严格执行工艺要求。

表2 工艺优化后各工位生产能力

| 序号 | 工位名称     | 台位数量 | 节拍时间/min | 生产能力/根 |
|----|----------|------|----------|--------|
| 1  | 铣端面、钻中心孔 | 2    | 11.5     | 72     |
| 2  | 精车外圆     | 3    | 13       | 64     |
| 3  | 超声波探伤    | 1    | 9        | 92     |
| 4  | 钻孔、攻螺纹   | 2    | 11       | 76     |
| 5  | 磨轴颈      | 2    | 12       | 70     |
| 6  | 磨轮座、防尘座  | 2    | 10       | 84     |
| 7  | 磁粉探伤     | 1    | 11       | 76     |

4) 随着印度铁路车轴单日产量逐步提升并趋于稳定，生产线桥式起重机使用频次增加，行进路线冲突，物流效率降低，工位等待时间延长。于是采取如下措施：①调整交检工位平面位置，优化物流路径，消除工序折返。②运用标准作业票进行作业分析，优化工位定置，实现工位物料就近存放。③实行线下物料配送，增加过跨转运小车、车轴发送架，提升物料配送效率。④合理设定工位物料在制数量，按期量配备物料存储器具，加强物料三定管理。

#### 4 结束语

通过优化工艺技术改善产品质量，控制质量损失率为0.6%。通过平衡生产线能力、改善物流配送等，建立节拍化生产管控模式，不仅生产节拍达到16min/根，生产效率提升85%，而且生产线平衡率提升至85.2%，达到月产1500根的能力要求，有效提高了印度铁路车轴的加工效率和质量。

#### 参考文献：

- [1] 李伯民，赵波. 现代磨削技术[M]. 北京：机械工业出版社，2003.
- [2] 尹成湖. 磨工工作手册[M]. 北京：化学工业出版社，2006.
- [3] 方南京，姚毅. 货车车轴加工质量问题分析研究：铁路车辆轮轴技术交流会论文集[C]. 青岛：中国铁道学会车辆委员会，2016.
- [4] 王长峰，郭文荣. 浅析解决车轴磨削产生斜纹及烧伤的方法[J]. 科技创新与生产力，2013（10）：48-49.
- [5] 张选选，裴宁. 铁路货车车轴轴颈磨削常见缺陷[J]. 金属加工（冷加工），2016（S1）：225-227.

MW 20210820

#### 专家点评

本例中的磨削工序是印度铁路车轴的加工瓶颈。作者通过成形磨削工艺，实现轴颈、防尘座及圆弧的一次磨削，代替之前的普通磨削加滚压。并且取消半精车工序，平衡生产线能力。

文章的亮点在于工艺与产能的有效结合。通过优化工艺技术，建立节拍化生产管控模式，合理配置各工序设备数量，实现了质量和效率的同步提升。