

# 无缝线路清筛机作业方式研究

宋锋锋 张静锋

浙江金温铁道开发有限公司

**[摘要]** 伴随着铁路大提速、大发展, 铁路的技术装备和管理水平逐步进入世界先进行列, 铁路线路维修也进入了机械化的时代。自1984年从国外引进大型养路机械进行线路维修以来, 铁路工务系统的作业方式和维修体制已经发生了根本性的变革, 线路养护修理的质量、效率得到极大的提高, 特别是在铁路的提速工程中, 大型养路机械更是发挥了不可替代的作用, 成为铁路运输必不可少的现代化装备。

**[关键词]** 清筛机、作业方式、无缝线路、轨温

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.03.1001

## 引言:

进入80年代后期, 随着我国铁路运输密度加大, 轨道结构的现代化也向养路机械的作业质量提出了更高的要求。经过科学家们的考察组织, 对采用高效、大型养路机械进行作业达成共识, 从而拉开了我国大型养路机械的发展序幕。

1984年, 首先从国外引进了大型养路机械并投入使用的是沈局锦州线路大修段, 使用效果明显, 年年均能高质高效的完成维修任务。从那以后, 在京广线、京沪线、京山线、京秦线、沈山线等繁忙干线上, 其大维修任务均采用大型养路机械并取得了较好的效果。

## 一、清筛机简介

### (一) 结构

以SRM80型清筛机为例, SRM80型全断面道砟清筛机采用前方弃土式总体布置的设计方案。车架安装在两台带动力驱动的转向架上。车架平台上两端设有前、后驾驶室和前、后机械间。驾驶室内装有用于行驶、作业操作的各种控制仪表、元件等。机械间内安装有柴油发动机、主离合器、弹性联轴器、万向传动装置、分动齿轮箱等组成的动力传动系统。车架中部设有道床挖掘装置、道砟筛分装置、道砟分配回填装置及污土输送装置。车架下则装有举升器、起拨道装置、左右道砟回填输送带、后拨道装置和道砟清扫装置等。

### (二) 工作原理

SRM80型全断面道砟清筛机是内燃机驱动、全液压传动的大型线路机械。它利用挖掘链的扒齿挖掘道床上的道砟并进行道砟振动筛分的原理来工作。清筛机作业时, 机器在线路轨道上低速行驶, 通过穿过轨排下部, 呈五边形封闭的挖掘链, 靠扒齿将道砟挖起并经导槽提升到筛分装置上。脏污道砟通过振动筛的筛分后, 那些符合标准、清洁的道砟, 经道砟溜槽、导板及回填输送带回填到线路上。碎石及污土经主污土输送带、回转污土输送带输送到线路两侧或卸到污土车上。

### (三) 作业特点

1. 通过穿入轨排下的挖掘链运动, 实现道床全断面上道砟的挖掘, 将脏污的道砟从轨枕底下挖出, 经筛分装置筛分后, 清洁道砟回填至道床, 污土抛至规定区域。

2. 在标准挖掘链的基础上, 采用水平导槽加长节来加宽挖掘宽度, 使得清筛机既适合于标准线路, 又可清筛道床断面较宽的特殊区段。

3. 筛分装置采用多层可更换筛网尺寸的振动筛, 能够适用于多种粒径的道砟。

4. 清筛机设有前起拨道装置和后起拨道装置。作业时, 前起拨道装置对钢轨进行起道和拨道, 可以减少挖掘阻力和避开障碍物; 后拨道装置能将轨道拨道后放回指定位置。

5. 道砟筛分装置分配直接落到道床上或落到回填输送带后再撒落至道床上的道砟量, 把清洁的道砟输送到挖掘链后, 并均匀地撒布到两钢轨外侧的道床上。

## 二、无缝线路清筛机作业方式

### (一) 大机清筛作业对轨道稳定性的影响

用大机进行破底清筛作业, 轨道框架被抬起、落下, 道床经过清筛, 轨道方向易发生变化, 两钢轨水平、前后高低有所改变, 道床阻力下降, 轨道的稳定性降低。

1. 钢轨类型及轨道变形。在轨温变化  $\Delta t$  条件下, 钢轨内产生的温度力为  $P_t = \alpha \cdot E F \cdot \Delta t$ 。但钢轨断面增大, 其刚度  $EI$  也增加, 原始弹性弯曲矢度  $f_a$  和塑性弯曲矢度  $f_a$  则相对减少。据测试, 60kg/m钢轨  $f_a = 2.5\text{mm}$ ,  $f_{op} = 2.5\text{mm}$ ; 75 kg/m钢轨的  $f_a = 2.0\text{mm}$ ,  $f_{op} = 2.0\text{mm}$ 。道床清筛后弹性变形范围下降, 变形矢度下降为1.0~1.5mm, 从而使道床横向阻力降低。

2. 轨枕类型及道床状态。清筛作业使道床松散, 阻力下降, 经列车碾压又使阻力增大。根据试验, 不同类型轨枕、不同道床状态, 其单位道床横向阻力——位移的关系式为:  $q_{\min} = q_0 - c_1 y + c_2 y^{1/2}$ 。[式中:  $q_{\min}$  为道床阻力最小可能值(N/cm);  $q_0$  为位移为零时的阻力(N/cm);  $y$  为位移(cm);  $c_1, c_2$ : 为根据回归分析, 求得不同作业下的系数(可通过查表得出)]。

3. 计算不同作业条件下影响轨温升高值  $\Delta t_{\text{稳}}$ 。先通过查表求得不同作业情况下的  $q_0, c_1, c_2$  值, 再分别以  $f = 0.1\text{cm}$ ,  $f = 0.2\text{cm}$  代人  $Q = q_0 - \pi C_1 f / 2 + \pi C_2 f^{1/2} / 2$ , 求得  $Q$ ; 运用“统一公式”求得  $P_n$ , 最后用  $\Delta t_{\text{稳}} = P_n / 5FK$  ( $K = 1.25$ ) 可以求出不同曲线半径、不同作业条件、不同钢轨类型条件下允许轨温升高度数  $\Delta t_{\text{稳}}$ 。

4. 道床阻力的弹性变形范围的大小, 严重影响等效道床阻力及轨道稳定性。当弹性变形矢度0.1cm增加到0.2cm时, 等效道床阻力可提高30%~40%, 允许轨温升高 $\Delta t_{\text{容}}$ 可增加20%~30%。因此, 通过捣固机夯拍道床提高作业后的道床弹性范围(不散患)非常重要。

## (二) 无缝线路轨温变化与钢轨伸长量研究

对于跨区间无缝线路, 绝大部分为固定区。因此在分析允许作业轨温时可以不考虑 $\Delta t_{\text{峰}}$ 的影响( $\Delta t_{\text{谷}}$ 的影响只在无缝道岔区考虑)。在实施当中当直线及 $R \geq 1200\text{m}$ 时, 清筛作业轨温上线 $\Delta t$ 取 $20^\circ\text{C}$ 。

拟定: 60kg/m钢轨无缝线路,  $F=77.45\text{cm}^2$ , 钢轨长度为1000m, 线路封锁后, 清筛机进行作业, 求其自由伸缩量。

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

式中  $\Delta L$ —钢轨的自由伸缩量 (mm)

$\alpha$ —钢轨的线膨胀系数,  $\alpha=0.0118\text{mm}/\text{m}^\circ\text{C}$ , 即每米长的钢轨。

当轨温变化 $1^\circ\text{C}$ 时, 钢轨将伸缩0.0118mm;

$L$ —钢轨长度 (m)

$\Delta t$ —轨温变化幅度 ( $^\circ\text{C}$ )

当轨温变化为 $4^\circ\text{C}$ 时, 根据公式得:

$$\Delta L = 0.0118\text{mm}/\text{m}^\circ\text{C} \cdot 1000\text{m} \cdot 4^\circ\text{C} = 47.2\text{mm}$$

当轨温变化为 $8^\circ\text{C}$ 时, 根据公式得:

$$\Delta L = 0.0118\text{mm}/\text{m}^\circ\text{C} \cdot 1000\text{m} \cdot 8^\circ\text{C} = 94.4\text{mm}$$

无缝线路长轨条封锁后, 当轨温发生变化, 由于有接头的约束, 长轨条不产生伸缩, 只在钢轨全长范围内产生温度力, 这是有多大温度力作用于接头上, 接头就是提供相等的阻力与之平衡, 当温度力大于接头阻力, 钢轨才开始伸缩。因此在克服接头阻力阶段, 温度力的大小等于接头阻力。

当温度下降到当地历史最低温度时, 降温幅度达到最大 $\Delta t_{\text{降max}}$ , 温度拉力达到最大 $\text{maxPt}_{\text{拉}}$ , 此时发生收缩的钢轨长度达到极限长度 $l$ , 则:

$$\text{maxPt}_{\text{拉}} = 247.8F \Delta t_{\text{降max}} = P_{\text{II}} + r \cdot l$$

式中:  $\Delta t_{\text{降max}}$ —最大降温幅度 ( $^\circ\text{C}$ )

$\text{maxPt}_{\text{拉}}$ —最大温度拉力 (N)

$L$ —最低轨温时伸缩区的长度 (cm)

$r$ —单位道床纵向阻力 (N/cm)

在无缝线路上进行大型机械清筛施工作业, 必然对无缝线路的锁定轨温产生影响, 如何控制、消除这些影响是在施工中必须考虑的问题。

然而, 在实际运用中, 长钢轨不可能在瞬间锁定, 这个瞬间的轨温很难掌握, 因此, 通常是把长钢轨锁定时两端轨温的平均值作为锁定轨温。由于无缝线路长钢轨内的温度应力和温度力与轨温变化幅度成正比, 轨温幅度变化越大, 钢轨内的温度力也越大, 而轨温变化幅度与锁定轨温有直接的

关系。因此, 正确、合理的选择锁定轨温成为无缝线路设计、铺设的关键, 锁定轨温必须准确、均匀。

该段无缝线路最高温度 $60^\circ\text{C}$ , 原来锁定轨温为 $21^\circ\text{C}$ , 当天清筛施工导致该地段无缝线路实际锁定轨温下降了 $4.2^\circ\text{C}$ 。该段无缝线路原来锁定轨温为 $21^\circ\text{C}$ , 则当天清筛捣固后的线路锁定轨温变为 $16.8^\circ\text{C}$ 。

当锁定轨温为 $21^\circ\text{C}$ 时,  $L = (\text{maxPt}_{\text{拉}} - PH) / r$ , 可得:  
 $L = 18.6\text{m}$

当锁定轨温为 $16.8^\circ\text{C}$ 时,  $L = (\text{maxPt}_{\text{拉}} - PH) / r$ , 可得:  
 $L = 23.7\text{m}$

因为伸缩区长度区取25的倍数, 所以这两个不同的锁定轨温得到的伸缩区长度影响不大, 但要在第二天选择合适的锁定轨温重新锁定, 增加线路的稳定性。为避免这一问题的发生, 我们应在今后的施工中找到更加合适的锁定轨温, 从而解决这一问题。

## (三) 施工解决方案

以上可知, 温升幅值(最主要)、线路初始不平顺、钢轨框架的抗弯刚度、道床横向分布阻力都对锁定轨温产生影响。为消除大型机械清筛施工对无缝线路锁定轨温的影响, 我们必须采取以下对策:

1. 设计时, 必须考虑施工对无缝线路的影响, 纵断面避免大起大落及长距离抬道或落道, 平面应避免大拨大移以及长距离一个方向拨移道。否则对无缝线路锁定轨温要做另行设计。

2. 施工时, 应严格按设计文件进行操作。

3. 清筛机必须严格按设计清筛深度作业, 清筛后的线路标高与设计相差 $-50\text{mm} \sim 0\text{mm}$ 为最佳。如清筛过程中发现超出 $-50\text{mm} \sim 0\text{mm}$ 这一范围, 则必须对清筛机进行作业深度调整, 以回到 $-50\text{mm} \sim 0\text{mm}$ 范围内。

4. 清筛机清筛过程中必须控制好线路方向, 当直线地段超过 $\pm 10\text{mm}$ , 曲线地段超过 $\pm 15\text{mm}$ 时, 必须对清筛机拨道量进行调整。尤其是曲线地段清筛时, 在高温季节由于钢轨膨胀, 线路将向上股方向移动, 而在低温季节由于钢轨收缩, 线路将向下股方向移动, 这就要求我们在清筛过程中要不断地调整清筛机的拨道量, 使线路方向达到规定要求。

5. 捣固车要按设计要求及作业标准进行捣固作业, 禁止捣固车在纵断面上大起大落及在无缝线路地段长距离单方向拨道, 否则要对无缝线路锁定轨温进行重新核算。

## 参考文献:

[1] 胡思继, 列车运行组织及通过能力理论[M] 北京: 中国铁道出版社, 1993

[2] 广钟岩, 沈相宙, 史鸿湘. 铁路无缝线路百问百答[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001