



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

铁路轨道

第四章 无缝线路

第三节 钢轨内温度力与轨温

主讲：王建西

目录

- 一、温度力的产生
- 二、无缝线路温度力计算
- 三、轨温
- 四、最大最小温度力

一、温度力的产生

- 焊接长轨条的热胀冷缩

==> 自由伸缩

工作特点+结构型式+工作环境

- 钢轨接头阻力、道床纵向阻力的抵抗
- 无缝线路中间、两端自由伸缩的均受到限制

==> 限制伸缩（变形）

中间-完全限制；两端-部分限制

二、无缝线路温度力计算

- 温度力计算

- 温度力：由于温度变化，伸缩受到限制而转化为温度力，作用在钢轨纵向上。

自由伸缩时的伸缩量：

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

式中 α → 钢轨线膨胀系数，取 $1.8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

l → 钢轨长度 (m)；

Δt → 轨温变化幅度，或称轨温差。

钢轨温度应力与温度力

$$\begin{aligned}\sigma_t &= E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta l}{l} = E \cdot \frac{\alpha \cdot l \cdot \Delta t}{l} = E \alpha \Delta t \\ &= 2.1 \times 10^5 \times 11.8 \times 10^{-6} \times \Delta t \\ &= 2.50 \Delta t \text{ (MPa)}\end{aligned}$$

温度力 $P_t = \sigma_t \cdot F = 2.50 \Delta t \cdot F$

$F \rightarrow$ 钢轨的截面积 (mm^2)

二、无缝线路温度力的计算

- 影响因素

- 钢轨的弹性模量、钢的线膨胀系数、轨温差、钢轨截面积

$$\begin{aligned}\sigma_t &= E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta l}{l} = E \cdot \frac{\alpha \cdot l \cdot \Delta t}{l} = E \alpha \Delta t \\ &= 2.1 \times 10^5 \times 11.8 \times 10^{-6} \times \Delta t \\ &= 2.50 \Delta t \text{ (MPa)}\end{aligned}$$

$$\text{温度力 } P_t = \sigma_t \cdot F = 2.50 \Delta t \cdot F$$

$F \rightarrow$ 钢轨的截面积 (mm^2)

温度力与钢轨长度无关，即钢轨可以无限长，所以诞生了跨区间无缝线路！！

温度力计算实例

- 某无缝线路长轨条长1000m时的轨温是45°C，在轨温变化到12°C时，松开接头扣件、中间扣件和防爬器，钢轨应缩短多少毫米？
- 解
 - 据题意，认为此时的长轨条处于自由缩短状态。
 - 则长轨条缩短量
$$\Delta l = \alpha l \Delta t = 0.0118 \times 1000 \times 33 \approx 389(\text{mm})$$
 - 这个缩短量是十分惊人的，它将使无缝线路完全丧失行车条件。

三、轨温

• 轨温与气温的关系

$$T_{\max} = t_{\max} + 20^{\circ}\text{C}$$

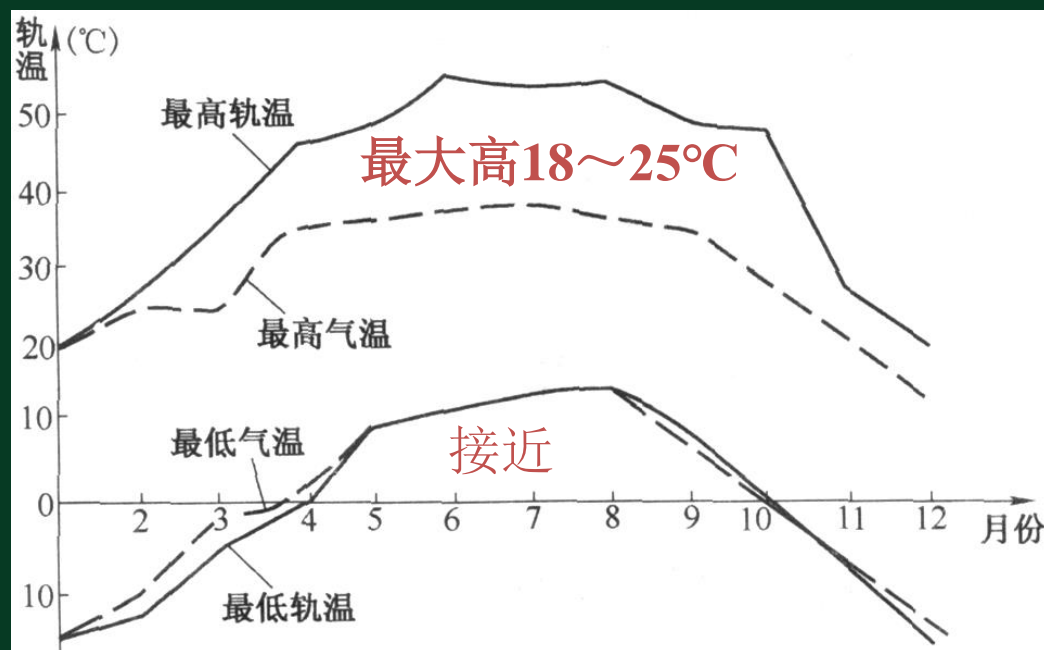
$$T_{\min} = t_{\min}$$

式中 T_{\max} → 最高轨温；

T_{\min} → 最低轨温；

t_{\max} → 最高气温；

t_{\min} → 最低气温。



轨温的测量方法

- 轨头：水银温度计
- 轨头：半导体温度计
- 轨腰：电磁温度计
- 在长轨条旁放置短块，同步测量轨温





影响轨温的因素

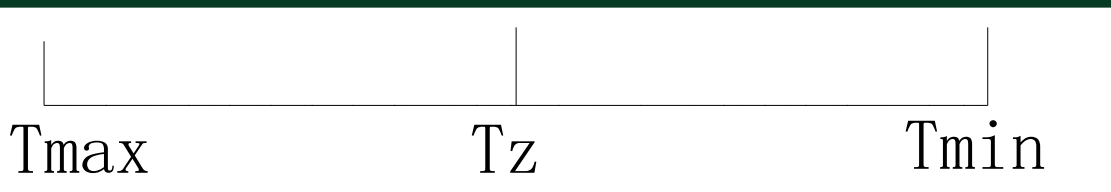
- 气候变化
- 风力大小
- 日照强度
- 线路走向
- 所取部位



中间轨温

- 中间轨温为最高轨温和最低轨温的平均值

$$T_z = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2}$$



锁定轨温

- 零应力轨温

$$T_{sf}$$

- 使钢轨内温度应力为0的轨温
 - 又称锁定轨温，钢轨从自由状态转化为被完全固定状态时的轨温
-
- 在铺设无缝线路时，将长轨条始终端落槽就位时的平均轨温称为**施工锁定轨温**

锁定轨温

- 锁定轨温影响着钢轨内部的温度应力。
- 当温度变化时，钢轨要发生伸缩，但由于有约束作用，不能自由伸缩，在钢轨内部要产生很大的轴向温度力。
- 根据轨道结构的承载能力（最高轨温时不丧失稳定，最低轨温时强度足够），当地的最高、最低气温来选择合适的锁定轨温。

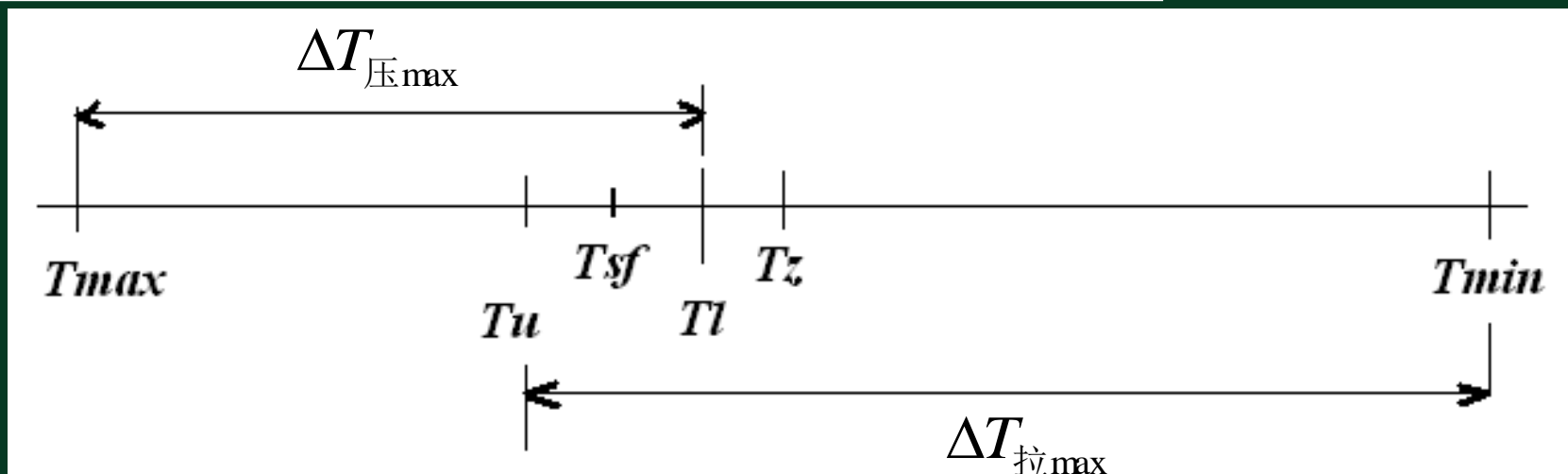
锁定轨温

- 为保证夏季轨道不胀轨跑道，一般都把锁定轨温高于平均轨温。

$$\text{一般锁定轨温 } T_{sf} = T_z + 3 \sim 5^{\circ}\text{C}$$

当地最大轨温差 ($^{\circ}\text{C}$)	偏高值 ($^{\circ}\text{C}$)	
	混凝土轨枕	木枕
91 ~ 95	6~7	/
86 ~ 90	4~5	5~6
81~85	3 ~ 4	4~5
80及以下	3以下	4以下

轨温变化幅度



最大升温幅度： $\Delta T_{压max} = T_{max} - T_l$

最大降温幅度： $\Delta T_{拉max} = T_u - T_{min}$

T_u 是锁定轨温的上限， T_l 是锁定轨温的下限。

四、最大最小温度力

- 最大温度压力与最大温度拉力

$$\text{最大温度压力: } P_{t\text{压max}} = 2.50\Delta T_{\text{压max}} F$$

$$\text{最大温度拉力: } P_{t\text{拉max}} = 2.50\Delta T_{\text{拉max}} F$$

四、最大最小温度力

$$\text{最大温度压力: } P_{t_{\text{压max}}} = 2.50\Delta T_{\text{压max}} F (N)$$

$$\text{最大温度拉力: } P_{t_{\text{拉max}}} = 2.50\Delta T_{\text{拉max}} F (N)$$

F单位: mm^2 ;

60kg/m钢轨, $F=7745\text{mm}^2$

$$\text{最大温度压力: } P_{t_{\text{压max}}} = 19.36\Delta T_{\text{压max}} (kN)$$

$$\text{最大温度拉力: } P_{t_{\text{拉max}}} = 19.36\Delta T_{\text{拉max}} (kN)$$

最大升温幅值： $\Delta t_{\max} = T_{\max} - t_n$ ；

最大降温幅值： $\Delta t_{\min} = t_m - T_{\min}$ 。

[例]：上海地区， $T_{\max} = 60.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $T_{\min} = -12.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，选定

$T_e = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，则 $t_u = 29\text{ }^{\circ}\text{C}$ ； $t_l = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。由此得：

$\Delta t_{\max} = 41.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $\Delta t_{\min} = 41.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

对于60kg/m钢轨， $F = 77.45\text{ cm}^2$ ，则得

最大温度压力为 $P_{t_{\max}} = 799.6\text{ (kN)}$ ，

最大温度拉力为 $P_{t_{\min}} = -795.7\text{ (kN)}$ 。

本节总结

- 温度力
- 轨温与锁定轨温





谢谢！