皮带秤内力理论的创立与论证

【摘要】

®

【关键词】

1. 引言

®

2. 化解皮带秤测量原理应用中难题的“内力理论”

$$m_{\Sigma} = \int_{T1}^{T2} \frac{m(t)v(t)}{L_W(t)} \mathrm{d}t$$

3.“ 内力理论 ”的证明

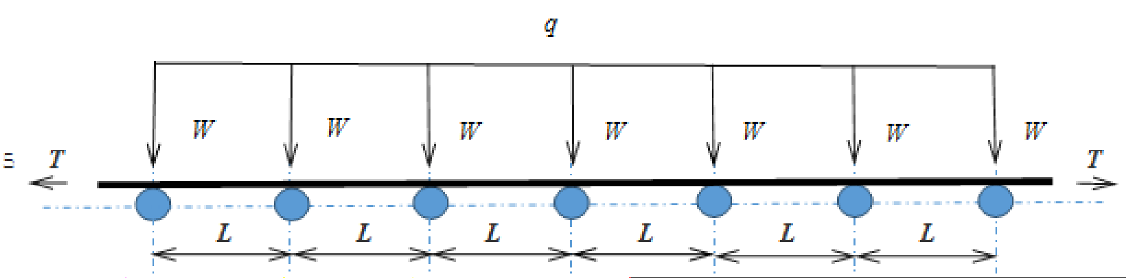
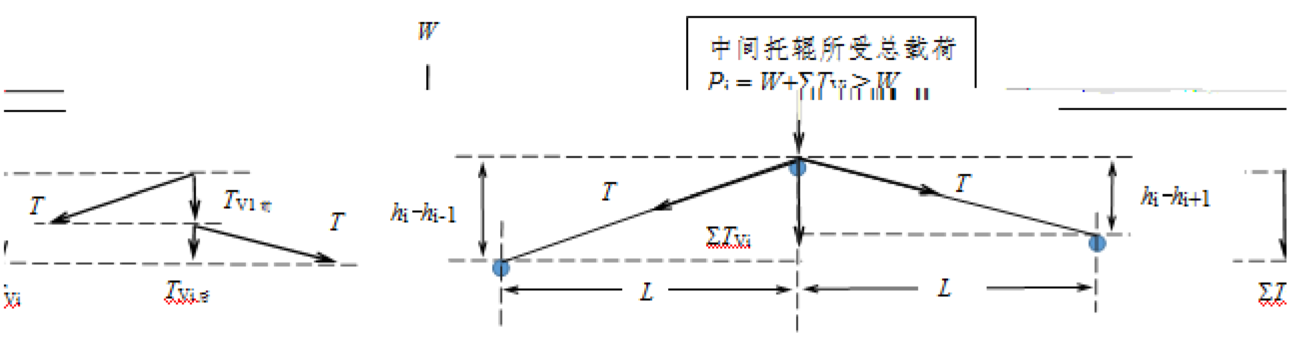


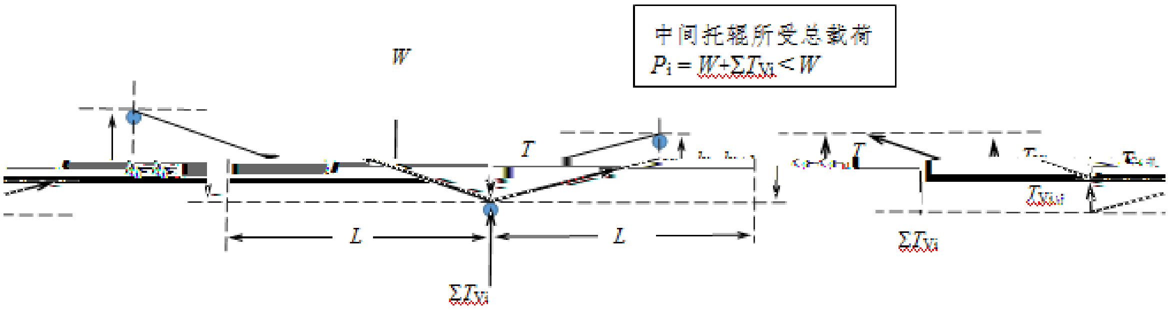
图 3.15 皮带秤简化模型

$$
\begin{cases}
\Sigma T_{\mathrm{Vi}} = T_{\mathrm{Vi前}} + T_{\mathrm{Vi后}} = T\dfrac{D_{\mathrm{iF}}}{L} + T\dfrac{D_{\mathrm{iR}}}{L} \\
D_{\mathrm{iF}} = h_{\mathrm{i}} \text{-} h_{\mathrm{i-1}} \\
D_{\mathrm{iR}} = h_{\mathrm{i}} \text{-} h_{\mathrm{i+1}}
\end{cases}
$$



示意图

图 3.2（1）i 同时高于前后相邻托辊时皮带张力分量



3.2 (2) ≡ 同时低于前后相邻托辊时皮带张力分量示意图

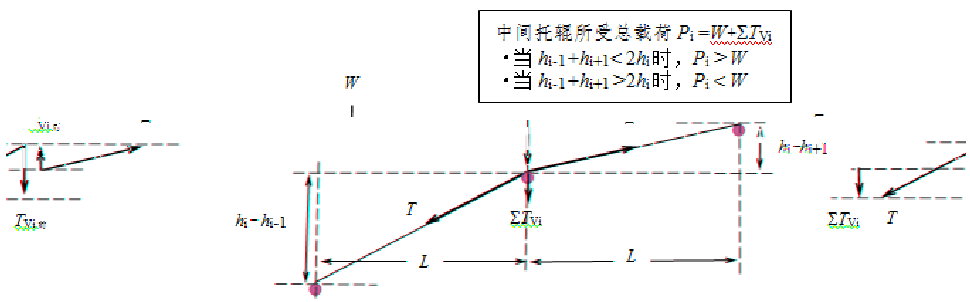


图 3.2 (3) ≡ 位于前后两相邻托辊高度之间时皮带张力分量示意

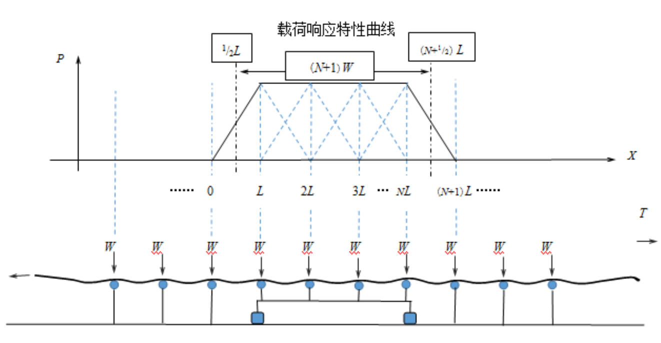


图 3.3 单称量台皮带秤载荷图

$$\Sigma T_{V总}=\Sigma T_{V1}+\Sigma T_{V2}+\Sigma T_{V3}+\cdots\cdots+\Sigma T_{N-1}+\Sigma T_{VN}$$

$$=(T_{V1前}+T_{V1后})+(T_{V2前}+T_{V2后})+(T_{V3前}+T_{V3后})+\cdots\cdots+(T_{VN-1前}+T_{VN-1后})+(T_{VN前}+T_{VN后})$$

$$=\frac{T}{L}[(h_1-h_0+h_1-h_2)+(h_2-h_1+h_2-h_3)+(h_3-h_2+h_3-h_4)+\cdots\cdots+(h_{N-1}-h_{N-2}+h_{N-1}-h_N)+(h_N-h_{N-1}+h_N-h_{N+1})]$$

$$=\frac{T}{L}[(h_1-h_0)+(h_N-h_{N+1})]=T_{V1前}+T_{VN后}$$

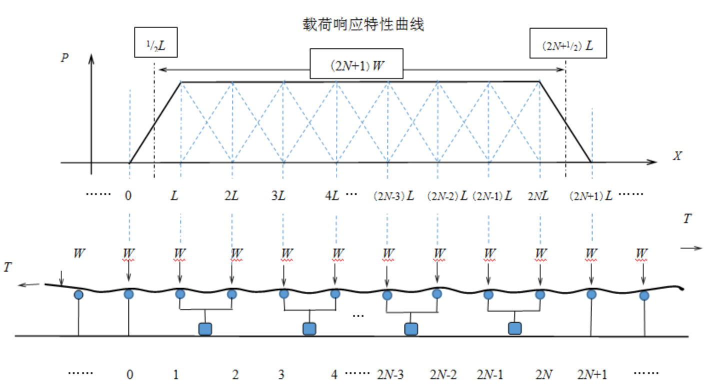


图 3.4　阵列皮带秤模型图

$$\Sigma T_{V总}=\Sigma T_{V1}+\Sigma T_{V2}+\Sigma T_{V3}+\Sigma T_{V4}+\cdots\cdots+\Sigma T_{V(2N-3)}+\Sigma T_{V(2N-2)}+\Sigma T_{(2N-1)}+\Sigma T_{V2N}$$

$$=(T_{V1前}+T_{V1后})+(T_{V2前}+T_{V2后})+(T_{V3前}+T_{V3后})+(T_{V4前}+T_{V4后})+\cdots\cdots$$

$$+(T_{V2N-3前}+T_{V2N-3后})+(T_{V2N-2前}+T_{V2N-2后})+(T_{V2N-1前}+T_{V2N-1后})+(T_{V2N前}+T_{V2N后})$$

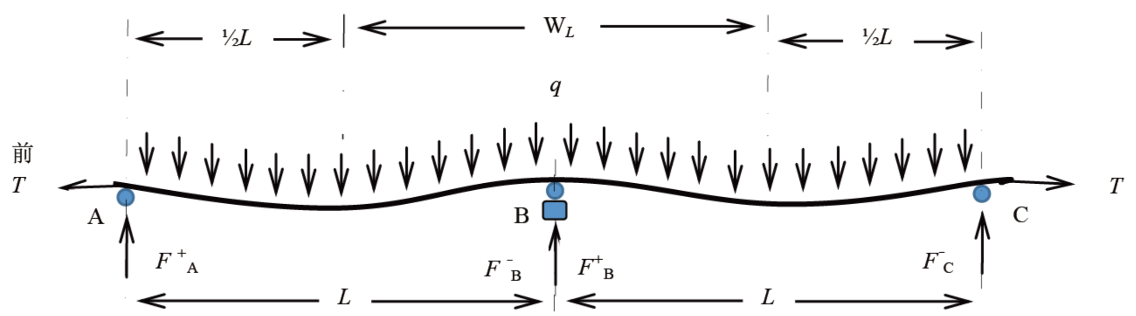
$$=\frac{T}{L}[(h_1-h_0+h_1-h_2)+(h_2-h_1+h_2-h_3)+(h_3-h_2+h_3-h_4)+(h_4-h_3+h_4-h_5)+\cdots\cdots$$

+ [illegible]

)]

$$=\frac{T}{L}\left[(h_1-h_0)+(h_{2N}-h_{2N+1})\right]$$

$$=T_{V1前}+T_{V2N后}$$

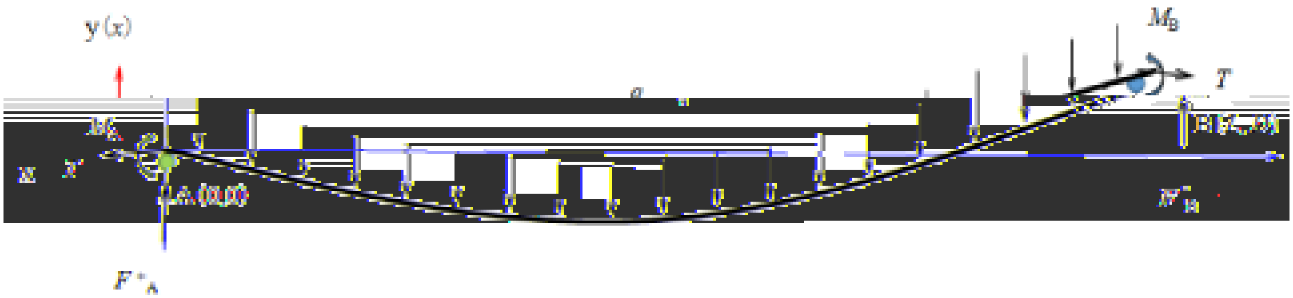


T — 输送带张力； B — 称重托辊； A、C — 输送托辊； L — 托辊间距； W_L — 称量长度；q — 物料线密度； F^+_A — 托辊 A 在受 AB 段内载荷下的支反力； F^-_B — 托辊 B 在受 AB 段内载荷下的支反力；F^+_B — 托辊 B 在受 BC 段内载荷下的支反力；F^-_C —托辊 C 在受 BC 段内载荷下的支反力。

图 3.5 **单托辊皮带秤载荷图**

$$qL=F^+{}_A+F^-{}_B$$

½



M^+_A — 托辊 A 前方半无限梁对 A 点的力矩；M^-_B — 托辊 B 后方半无限梁对 B 点的力矩；
D — 托辊 B 的非准直度。

图 3.6 单托辊皮带秤 AB 段载荷图

$$M(x) = EIy''(x)$$

$$M(x) = -\frac{1}{2}qx^2 + F_A^+ x + Ty(x) + M_A$$

$$V = \int_0^L \frac{1}{2}\frac{M^2(x)}{EI}dx$$

$$W = \int_0^L -qy(x)\mathrm{d}x + (-T)\lambda$$

$$则\lambda = \int_0^L (\mathrm{d}s - \mathrm{d}x) \approx \frac{1}{2}\int_0^L [y'(x)]^2 \mathrm{d}x$$

$$W = \int_0^L -qy(x)\mathrm{d}x + (-T)\frac{1}{2}\int_0^L (y')^2 \mathrm{d}x$$
$$= -\int_0^L \left(qy(x) + \frac{1}{2}T(y')^2 \right) \mathrm{d}x$$

$$\Pi = V - W$$
$$= \int_0 \frac{1}{2}\frac{(EI y'')^2}{EI} dx + \int_0 \left(q y(x) + \frac{1}{2} T (y')^2 \right) dx$$
$$= \int_0^L \left[\frac{1}{2} EI (y'')^2 \quad \frac{1}{2} T (y')^2 \quad q y(x) \right] dx$$

$$\delta \Pi = \delta \left\{ \int_0^L \left[\frac{1}{2} EI (y'')^2 + \frac{1}{2} T \left(y' \right)^2 + q y \left(x \right) \right] dx \right\}$$

$$y^{(4)} - \frac{T}{EI} y'' = -\frac{q}{EI}$$
$$\frac{T}{EI} = \omega^2$$

$$y^{(4)} - \omega^2 y'' = -\omega^2 \frac{q}{T}$$

$$y\left(x\right) \quad C_1 \quad C_2 x \quad C_3 e^{\omega x} \quad C_4 e^{\quad \omega x} \quad \frac{q x^2}{2T}$$
$$y'\left(x\right) \quad C_2 \quad\quad C_3 e^{\quad \omega x} \quad\quad C_4 e^{\quad x} \quad \frac{q x}{T}$$
$$y''\left(x\right) \quad\quad {}^2 C_3 e^{\quad x} \quad\quad {}^2 C_4 e^{\quad x} \quad \frac{q}{T}$$

$$F_B^- = qL - F_A^+ = qL - \left[\frac{qL}{2} - \frac{TD_{BE}}{L - \frac{2}{\omega}\,\mathrm{th}\,\frac{\omega L}{2}}\right] =$$ [redacted]

$$F^+{}_B = qL - F_C^- = qL - \left[\frac{qL}{2} - \frac{TD_{BR}}{L - \frac{2}{\omega}\,\mathrm{th}\,\frac{\omega L}{2}}\right] =$$ [redacted]

[redacted] $_B$ $_B$ $_B$ $\frac{T[\ _B - \ _A \quad _B - \ _C\ ]}{-2\sqrt{}\ \mathrm{th}\ \frac{}{2}\sqrt{}}$

®

$$= \frac{T\left[(h_1 - h_0) + (h_{2N} - h_{2N+1})\right]}{L - 2\sqrt{\frac{EI}{T}}\,\mathrm{th}\left(\frac{L}{2}\sqrt{\frac{T}{EI}}\right)} = \frac{T(D_{1F} + D_{2NR})}{L - 2\sqrt{\frac{EI}{T}}\,\mathrm{th}\left(\frac{L}{2}\sqrt{\frac{T}{EI}}\right)}$$

4. 结语

®

®

483 24-101 200040

13918072410