

Discussion on Tension Adjustment of Catenary Elastic Slings in High-speed Railway Construction

Meiyan Ren

China Railway Wuhan Electrification Bureau Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430070, China

Abstract

In view of the problems in the construction, the OCS elastic sling tension is analyzed, summarized and adjusted, and the range of the elastic sling initial tensile tension in the construction is put forward through simulation calculation, so as to provide theoretical support for the site construction of the catenary.

Keywords

contact net; elastic sling; elastic inuniformity; simulation

高速铁路施工中接触网弹性吊索张力调整的探讨

任美燕

中铁武汉电气化局集团有限公司, 中国 · 湖北 武汉 430070

摘要

针对施工中出现的問題, 对接触网弹性吊索张力进行分析, 总结调整的方式, 并通过仿真计算提出了弹性吊索在施工中初拉张力的范围, 为接触网现场施工提供理论支持。

关键词

接触网; 弹性吊索; 弹性不均匀度; 仿真模拟

1 引言

高速铁路一般采用弹性链形悬挂方式, 弹性吊索是加装在定位点处, 用于改善定位点处接触线的弹性, 从而改变相邻跨距内的接触网平顺性的部件。接触网的弹性是指接触悬挂在受电弓抬升力作用下发生形态的变化, 除去抬升力后能恢复到原来状态的性质。而弹性吊索张力直接影响着相邻跨距内的接触线的导高, 导高的变化直接影响接触线整体的平顺性, 对接触线的波动性影响较大, 从而影响弓网受流。因此, 施工中对弹性吊索的张力控制尤其重要。

2 弹性吊索的张力设置

接触网的弹性由下式公式求得:

$$e = \frac{y_{stat}}{F_{stat}}$$

式中: e ——接触网弹性, mm/N;

y_{stat} ——接触线抬升, mm;

F_{stat} ——抬升力, N。

在接触网中, 弹性吊索为非必备环节, 它是为了改善

接触网弹性性能而采取的一种手段。电力机车的受电弓在高速运行的时候要求接触网的弹性尽可能均匀, 弹性不均匀会引起受电弓工况的恶化, 因此弹性不均匀系数应满足设计要求。通常用弹性不均匀系数作为一项评估指标, 来反应一跨内接触网的弹性均匀程度, 由下式求得^[1]

$$u = \frac{e_{max} - e_{min}}{e_{max} + e_{min}} \times 100\%$$

式中: u ——弹性不均匀系数;

e_{max} ——该跨中弹性最大值, mm/N;

e_{min} ——该跨中弹性最小值, mm/N。

为了降低接触网的弹性不均匀系数, 将其弹性限定在一定范围内, 满足设计要求和高速运行的需要, 高速铁路必须加装弹性吊索。以中国长昆高铁为例, 接触网弹性吊索采用的接触线张力、承力索张力和弹性吊索张力组合如表 1 所示。

表 1 接触网弹性吊索采用的张力组合

承力索张力 (kN)	接触线张力 (kN)	弹性吊索张力 (kN)
21	30	3.5

由于施工中所使用工器具的不同, 测量方式的不同, 弹性吊索的张力调整也会有误差, 但张力控制要符合《高速

【作者简介】任美燕 (1986-), 女, 中国湖北武汉人, 本科, 工程师, 从事铁路牵引供电研究。

铁路电力牵引供电工程施工质量验收标准》中的规定：弹性吊索的安装张力允许偏差为 $\pm 0.1\text{kN}$ 。

3 施工中弹性吊索张力调整

由于弹性吊索的张力直接影响着接触线的高度，因此调整的最终目的是保证接触线高度符合标准要求，从而改善弹性不均匀度。在吊弦计算过程中，承力索、接触线及弹性吊弦张力均按照标准值进行设置，事实上其张力均达不到标准值，例如坠砣重量的误差；由于棘轮补偿装置摩擦力或者温度变化，补偿张力由下锚方向向中锚方向的逐渐衰减；腕臂在随温度变化时偏移的摩擦力；弹性吊索张力误差等。为了保证接触线高度的一致，因此弹性吊索张力的调整，并非设计的弹性吊索张力达到 3.5kN ，接触线高度就一定合适^[2]。

4 弹性吊索张力与接触线高度关系

弹性吊索张力偏差与接触线高度变化是存在关系的。接触网吊弦计算采用力学计算法，弹性吊索张力按设计张力输入计算软件进行计算。如果安装时弹性吊索张力小于设计值，使弹吊线夹处承力索弛度变小，即该点高于设计值，由于该点上升，所以跨中会产生负弛度；如果安装时弹性吊索张力大于设计值，使弹吊线夹处承力索弛度变大，即该点低于设计值，由于该点下降，所以跨中会产生正弛度，如图 1 所示。

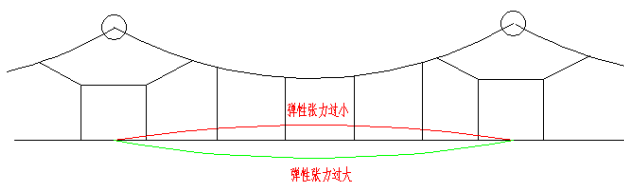


图 1 弹性吊索张力偏差与接触线高度变化的关系

5 弹性吊索张力仿真计算

为了研究弹性吊索张力调整对接触网系统弹性的影响，下面利用弹性链型悬挂静力学模型对弹性吊索张力变化进行仿真计算。弹性链型悬挂静力学模型是在静止及无外力状态下对接触网悬挂的几何尺寸和内部受力建立的模型。该模型在长昆高铁项目的吊弦计算中使用，接触网吊弦的现场安装效果证明了该模型的准确性。

以长昆高铁的正线的张力体系为基础，仿真计算采用的接触网系统模型参数为承力索张力 21kN ，接触线张力 30kN ，弹性吊索长度 18m ，跨距 55m 。仿真计算将采用

论文开始所介绍的公式计算接触网系统的弹性不均匀度。在计算接触网系统的弹性过程中，设定受力点抬升高度为 40mm 。

弹性吊索张力的影响如表 2 所示。

表 2 弹性吊索张力的影响

弹性吊索张力 (kN)	跨中抬升力 (N)	定位点抬升力 (N)	弹性不均匀度
3.2	137.2	135.8	0.5%
3.5	137.1	141.6	1.6%
3.8	137.2	140.3	1.1%

仿真计算结果的分析：

对张力组合为 $21\text{kN} + 30\text{kN} + 3.5\text{kN}$ 的接触网进行弹性仿真计算可知，在弹性吊索张力从 3.2kN 变化到 3.8kN 的过程中，接触网跨中弹性相对于弹性吊索张力 3.5kN 时变化小于 0.07% ，定位点弹性相对于弹性吊索张力 3.5kN 时变化小于 4.1% ，整体弹性不均匀度皆小于 10% 。

弹性吊索张力调整范围：同样张力组合为 $21\text{kN} + 30\text{kN} + 3.5\text{kN}$ 的接触网，弹性吊索张力调整范围设定为 $3.2\sim 3.8\text{kN}$ 时，弹性吊索张力范围不满足《高速铁路电力牵引供电工程施工质量验收标准》 0.1kN ，但满足《高速铁路接触网运行维修规则》标准值的 $\pm 10\%$ 。

通过现场施工总结发现，为保证接触线的高度符合验收标准，同时相邻定位点的导高差小于 20mm ，相邻吊弦点的导高差小于 10mm ，接触网的平顺性及平直度最佳，满足以上条件时弹性吊索张力调整范围一般为： $3.2\sim 3.8\text{kN}$ ，同时仿真计算结果也说明这个调整范围具有合理性^[3]。

6 结语

理论计算和现场调整都表明，弹性吊索张力的变化必然引起该弹性吊索范围内的弹性、接触线高度、弹性吊索吊弦与相邻吊弦处的接触线高度差、定位器坡度等参数的变化。在确定吊弦测量、计算、预制及安装过程无误时，如果发现弹性吊索范围内接触线高度存在偏差，应当调整弹性吊索的张力以保证良好的弓网状况。

参考文献

- [1] 吴积钦.受电弓与接触网系统[M].成都:西南交通大学出版社,2010.
- [2] 铁道综合技术研究所.接触网与受电弓特性[M].北京:中国铁道出版社,2010.
- [3] 于万聚.高速电气化铁路接触网[M].成都:西南交通大学出版社,2003.