

短轨区普通绝缘胶接化的应用探讨

周广勇 谭海长

中国铁路济南局集团有限公司设计所 山东 济南 250000

摘要：胶接生产工艺及施工技术，针对绝缘接头造成短轨区过长现象，研究将短轨区普通绝缘接头进行胶接化处理，使普通接头数量减少，减少接头病害发生，增加无缝线路长度，显著降低维修工作量，并提高轨道电路的安全可靠性，直接效益和间接效益突出。

关键词：无缝线路 绝缘接头 短轨区 胶接化

引言：目前集团公司铁路线路存在普通线路短轨区，特别是车站有缝道岔咽喉两端、两道岔间钢轨长度不足地段及站场站线道岔前后等，该短轨区内存在普通绝缘接头。为避免短轨区钢轨伸缩剪压造成绝缘接头破坏，需在绝缘接头之外设置不少于2节标准轨作为缓冲区。设计时根据胶接绝缘接头生产工艺、胶的性能和现场施工工艺，针对缓冲区长度过长现象，研究将短轨区普通绝缘接头进行胶接化处理，按无缝轨对待，使胶接绝缘接头能够处在无缝线路短轨区或伸缩区，而增加无缝线路长度，缩短短轨区线路长度，减少线路上的接头数量。使维修工作量降低，轨道结构强度加强，防止大量接头病害和绝缘接头端板损坏故障的增加。

1 技术上的可行性

1.1 验算参数

本次验算采用泰安地区最高轨温和最低轨温，分别为60.5℃、-22℃，轨温变化幅度82.5℃，设计锁定轨温采用28±5℃，从而可得钢轨最大升温幅度37.5℃，最大降温幅度-55℃；轨枕配置按最不利1760根/km配置验算，道床纵向阻力 $r = 8.8\text{N/mm}$ ；60N廓形钢轨接头阻力采用 $R = 570\text{KN}$ ，钢轨截面面积 $F = 77.05\text{cm}^2$ ；按最不利情况，胶接绝缘接头允许拉力采用整体剪切强度限值 $[Pt] = 3000/2\text{KN} = 1500\text{KN}$ ，允许位移取线路允许爬行限值 $[\lambda] = 20\text{mm}$ 。

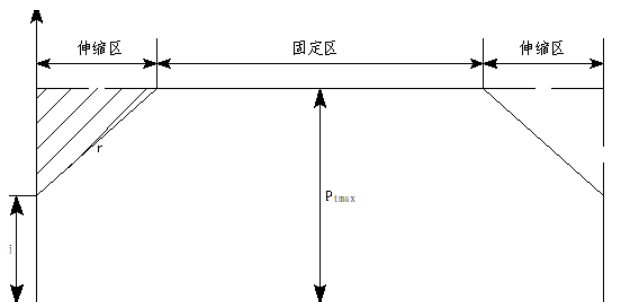


图1 无缝线路基本温度力图

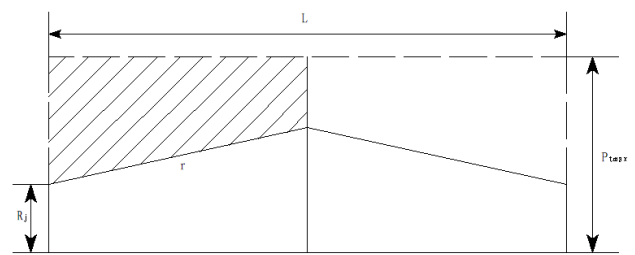


图2 普通线路基本温度力图

1.2 各种工况

钢轨承受的温度力主要是压应力，只有在气温很低的冬季才会受拉。根据无缝线路设计锁定轨温计算，拉力一般都大于压力，而胶接绝缘接头的破损主要由轨道超限造成。因此，采用拉力进行验算，以温度下降情况为例，探讨绝缘接头在不同位置时的受力情况，其长轨基本温度力图如图1，普通钢轨温度力图如图2。阴影面积为钢轨一端的伸长量。

1.2.1 绝缘接头位于固定区

绝缘接头位于固定区，受力最大，位移为零。 $P_{tmax} = 2.48 \times F \times \Delta t = 1050.96\text{KN}$ ，小于绝缘接头允许拉力 $[Pt]$ ，满足受力要求。

1.2.2 绝缘接头位于伸缩区

绝缘接头位于伸缩区，位移起主要控制作用，不用验算受力要求。

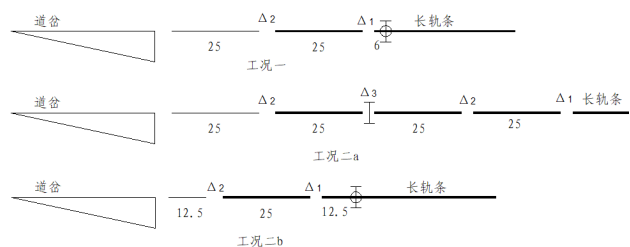


图3 绝缘接头位于伸缩区

(1) 工况一 (见图3)

胶接绝缘处所受拉力 $P_1 = P_j + rX = 570 + 8.8 \times$

$6000/1000 = 622.8\text{KN}$, 位移 $\lambda = (Pt_{\max} - P_1)^2/2EFr = 6.44\text{mm}$, 小于绝缘允许位移 $[\lambda] = 20\text{mm}$, 且满足绝缘接头位于两轨枕中间的要求。

(2) 工况二 (见图3)

工况二a在车站咽喉两侧经常出现, 正常在绝缘外侧设置两节标准轨作为缓冲区, 工况二b为胶接化后缓冲区设置情况。结合工况一及无缝线路基本温度力图特性可知, 经胶接化后(工况二b)绝缘处位移满足规范要求。

长轨条一端的伸长量 $\lambda_1 = (Pt_{\max} - P_j)^2/2EFr = 8.12\text{mm}$;

标准轨(25m)一端的伸长量 $\lambda_2 = (Pt_{\max} - P_j)L/2EF - rL^2/8EF = 3.29\text{mm}$;

标准轨(12.5m)一端的伸长量 $\lambda_3 = (Pt_{\max} - P_j)L/2EF - rL^2/8EF = 1.75\text{mm}$;

同理, 钢轨升温时:

长轨条一端的伸长量 $\lambda_4 = (Pt_{\max} - P_j)^2/2EFr = 0.75\text{mm}$;

标准轨(25m)一端的伸长量 $\lambda_5 = (Pt_{\max} - P_j)L/2EF - rL^2/8EF = 0.71\text{mm}$;

标准轨(12.5m)一端的伸长量 $\lambda_6 = (Pt_{\max} - P_j)L/2EF - rL^2/8EF = 1.75\text{mm}$;

长轨与标准轨间接头的轨缝扩大量 $\Delta_1: \lambda_4 + \lambda_5 < \Delta_1 \leq 18 - (\lambda_1 + \lambda_2)$ 即: $1.46\text{mm} < \Delta_1 \leq 6.29$, 满足预留轨缝要求(一般 Δ_1 取5mm)。

标准轨(25m)与标准轨(12.5m)间接头的轨缝扩大量 $\Delta_2: \lambda_5 + \lambda_6 < \Delta_2 \leq 18 - (\lambda_2 + \lambda_3)$ 即: $2.46\text{mm} < \Delta_2 \leq 12.96\text{mm}$, 满足预留轨缝要求(一般 Δ_2 取8mm)。

综上所述, 此工况满足线路结构要求。

1.2.3 绝缘接头位于缓冲区

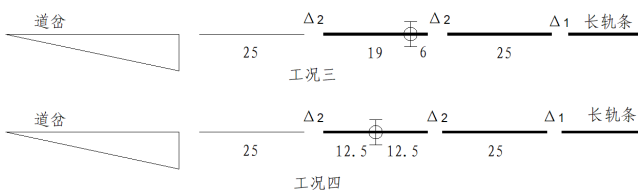


图4 绝缘接头位于缓冲区

(1) 工况三 (见图4)

胶接绝缘处所受拉力 $P_1 = 622.8\text{KN}$, 小于允许拉力; 位移 $\lambda = 1.61\text{mm}$, 小于绝缘允许位移 $[\lambda]$, 且满足绝缘接头位于两轨枕中间的要求。

(2) 工况四 (见图4)

胶接绝缘处所受拉力 $P_1 = 675.6\text{KN}$, 小于允许拉力; 位移为零。

1.2.4 绝缘接头位于普通短轨区

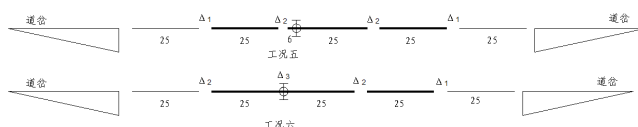


图5 绝缘接头位于普通短轨区

(1) 工况五 (见图5)

胶接绝缘处所受拉力 $P_1 = 622.8\text{KN}$, 小于允许拉力; 位移 $\lambda = 2.27\text{mm}$, 小于绝缘允许位移 $[\lambda]$, 且满足绝缘接头位于两轨枕中间的要求。经计算, 标准轨(25m)与非标轨(31m)间接头的轨缝扩大量 $\Delta_2: 1.46\text{mm} < \Delta_2 \leq 10.76\text{mm}$, 满足预留轨缝要求。

(2) 工况六 (见图5)

胶接绝缘处所受拉力 $P_1 = 790\text{KN}$, 小于允许拉力; 位移为零。经计算, 标准轨(25m)与非标轨(50m)间接头的轨缝扩大量 $\Delta_2: 1.27\text{mm} < \Delta_2 \leq 8.98\text{mm}$, 满足预留轨缝要求。

2 产生的合理效益

2.1 直接效益

参考2021年济南局集团公司夹板等连接零件价格及接头寿命, 根据一年的平均维修成本, 以最常见工况计算: 普通接头减少1处, 增加胶接绝缘接头1处, 共计增加料费0.3648万元/10年; 增加无缝化范围60m, 共计节省料费0.5137万元/10年; 接头处所捣固维修累计需要24工日/年, 补充石砟96方/年, 共计节省捣固维修费用7.6800万元/10年。实施1处, 可节省费用0.7829万元/年。

2.2 间接效益:

(1) 提高了轨道结构强度, 减少了大轨缝、瞎缝、马鞍形接头、轨端掉块和道床翻浆冒泥等病害问题的发生; 降低了因绝缘端板损坏产生的红光带故障率; 极大地减少了工务、电务接头整治和更换维修的工作量; 有效解决了缓冲区因绝缘限制长度增加的问题。显著提高了列车运行的安全性、平顺性和舒适度, 为运输生产和运营安全起到了强化设备的巨大作用。

(2) 据统计, 济南局范围内京沪等繁忙干线所经车站部分到发线存在有缝道岔, 新兖等线路正线范围内仍存在有缝道岔, 辛泰等线路大多为区间无缝线路, 全局约90座车站存在绝缘接头处在短轨区内的情况, 每座车站按存在2处短轨区计算, 待全部实施完毕, 预计节省约126万元/年。若全国各铁路线路全部采用, 集团公司每年节省维修投资费用将非常可观。

(3) 铁路线路普通绝缘的胶接化处理是我们在无缝线路设计实践中, 根据现场实际进行的一种无缝化创新尝试方式, 经实践该方式对减少接头、扩大无缝线路范围具有实际意义。可以在铁路线路部分存有普通绝缘地

段予以推广使用，能够产生巨大的经济效益。

3 注意事项

(1) 左右两股钢轨绝缘接头应相对铺设，且绝缘接头轨缝绝缘端板距轨枕边不宜小于100mm，现场胶结绝缘接头处轨枕间距必须严格掌握。工务、电务对钢轨胶接绝缘接头应进行定期检查，要特别注意检查轨缝变化、螺栓是否松动及绝缘性能等情况。

(2) 胶接绝缘接头应满足剪切指标(3000KN)、绝缘性能指标和抗疲劳指标等各项要求。

(3) 轨顶面垂直方向、轨头侧面水平方向错牙不应超过0.2mm，绝缘一侧钢轨长度最短不得小于6m。

4 设计与实践

2016~2021年济南局集团有限公司在胶黄、辛泰等线共

计实施66处，根据项目进度，进行了动态验收，实施效果很好。经两年观察和测定，改造处所接头均满足工务、电务的各项指标要求，且效果良好；同时工务段平均每年日常养护维修费用可减少7.7万元，预计每年可节省养护维修费用29.3万元。

5 结束语

通过以上分析，短轨区普通绝缘胶接化既满足轨道结构要求，也可产生巨大的经济效益和社会效益，可应用于短轨区，也可纳入无缝线路伸缩区，且状态良好。

参考文献：

- 【1】中国铁道出版社《铁路无缝线路设计规范》2013
- 【2】卢耀荣 中国铁道出版社《无缝线路研究与应用》2004