

深圳地铁9号线预埋滑槽T头螺栓防松脱技术的研究与应用

鲁尧

深圳地铁运营集团 广东 深圳 518000

【摘要】：本文简要介绍了目前预埋滑槽T型头螺栓定位装置存在的松脱的设计缺陷，以深圳地铁9号线接触网设备为例，重点介绍了预埋滑槽工艺方面的优越性及自身配备使用的T型头螺栓克服松脱的缺陷的方案，其选择的方案具有以最小的成本、最简单的流程治理最重要缺陷的优点，对其他使用预埋滑槽的地铁单位具有一定的参考价值和实际意义。

【关键词】：深圳地铁；预埋；防松脱技术

1 引言

预埋滑槽也称哈芬卡轨或哈芬槽，距今有一百年的历史。最初广泛应用于欧洲各国，例如德国、比利时、卢森堡、意大利、瑞士、荷兰以及奥地利的隧道等，由于预埋滑槽对比传统工艺具有非常高的防腐能力、优秀的动荷载能力、安装与维修方便以及高质量、高可靠性等特点。预埋滑槽产品在欧美等发达国家的各项隧道工程得到完美应用。目前深圳地铁9号线隧道内首次引入预埋滑槽技术用于安装区间隧道内的所有设备及管线。

2 现状调查

地铁隧道内要安装很多设备，如环网电缆支架、弱电电缆支架、综合电缆支架、接触网悬挂系统、信号电缆支架、冷凝水管支架和排水管支架等等，如何将这些设备安装到隧道内以及如何保障设备安装的可靠性呢？接下来将为大家介绍传统做法及预埋滑槽法。

传统方法：目前深圳地铁1、2、5、7、11号线采用打孔法进行安装设备，使用化学锚栓或机械锚栓，然后将上述设备安装到固定的锚栓上。根据以往的新线经验，打孔法主要存在以下点问题：（1）化学锚栓药剂填充不足，导致锚栓强度不够；（2）机械锚栓施工工艺不规范，机械锚栓底部未发生膨胀变化，导致锚栓强度不够；（3）整条线路打孔工作量大，经常碰到钢筋，影响工期；（4）锚栓预埋偏斜，无法安装相应设备，后期人工整改时往往比较野蛮，严重损伤基础。

预埋滑槽法：目前深圳地铁6、9、10号线采用预埋滑槽方式固定，在生产盾构片过程中，提前将滑槽预埋到盾构片中，如下图所示：



图1 滑槽



图2 预埋滑槽

安装带滑槽的盾构区间避免了在隧道内打孔的情况发生，只需要使用其配套的T型头螺栓即可，具体安装步骤如下：



图3 步骤一

图4 步骤二



图5 步骤三

3 原因分析

根据设计原理，T型头螺栓套入滑槽内转动90°安装，形成垂直于滑槽的不易脱落形式。但设计未考虑列车运行中受电弓会对接触网的摩擦会使汇流排产生的高频振动，T型头螺栓在振动的累积中产生偏转。如果没有及时给予纠正，将会造成T型头螺栓从定位槽钢中脱落。最严重的情况是同一个定位两个T型头螺栓脱落，造成接触网塌网后中断行车影响运营。例行整改，迫在眉睫，解决预埋滑槽T型头螺栓的松脱问题是此次课题研究的主要内容。

4 制定方案

4.1 加装T头防松脱扣件

早期深圳地铁蛇口线首通段开通后遇到过类似问题，当时接触网专业组制定了一个非常行之有效的解决方案加装T头防松脱扣件，防松脱扣件以及加装后的示意如图6所示：

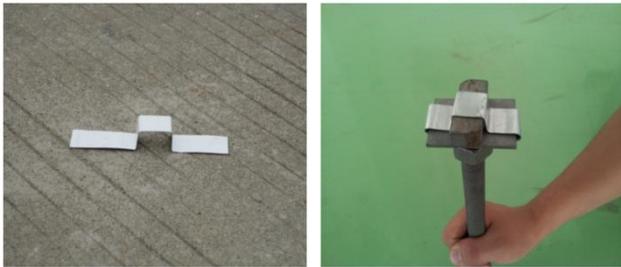


图6 T头防松脱扣件成品及安装结构图

可行性分析：实施该方案后，蛇口线首通段T型头螺栓偏转的情况再也没有发生，虽说该方案有成功的应用经验，但如应用在9号线未必可行，原因如下：安装一个T型头螺栓仅需要15秒，但制作一个扣件至少需要30秒，安装一处扣件也需30秒，从时间成本来计算，大概需增加4倍，而二号线首仅有接触网专业才使用T型头螺栓，整改工程量少，而9号线隧道内所有的设备安装全部使用的是T型头螺栓，其使用量是接触网的35倍，全线共有T型头螺栓约82万个，需额外增加人工成本约2733工时。同时该工艺属于非标件，不宜大范围推广使用，因此不推荐该方案。

4.2 更改滑槽结构，使用方型头螺栓

在预埋滑槽特定位置开一处方口，同时改型T型头螺栓，将原有的T头改为方头螺栓，安装时将螺栓由方口处装入滑槽，在适当位置紧固，定位后无论螺栓如何旋转都不能脱出滑槽。方头螺栓及其配备滑槽如图7所示：



图7 方头螺栓及其配备滑槽

可行性分析：目前滑槽已安装在预埋到盾构片中，开孔加工工作量大，造价高，如果在盾构片上强行开孔，极有可能影响盾构强度，同时滑槽在盾构内呈不规则分布，而用于安装在滑槽上的设备是规则布置的，所以即使在任何位置对滑槽开口处理，都会存在螺栓安装位置刚好是滑槽开口位置，那样将有大量的螺栓无法安装，设备的安装强度也无法保障，因此不推荐该方案。

4.3 更改螺栓结构

将原有圆柱型锚杆更改为圆柱加方头锚杆，利用方垫片转动时对角边长度大于滑槽口宽度来防止偏移。同时配备双碟锁紧垫片使用，起到双重保险的作用。该方案是利用滑槽道口与方凸台机械卡死的原理来实现螺栓的防偏转松脱。

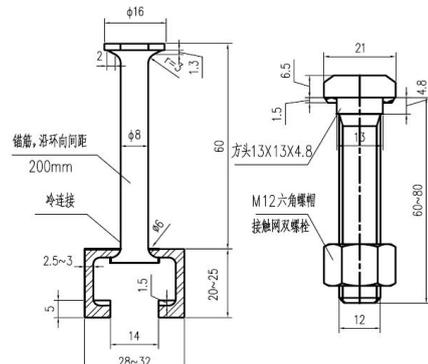


图8 垫片示意图

可行性分析：方垫片的尺寸为13mm，滑槽开口宽度为

14mm, 经过计算, 当滑槽偏移量达 50 时, T 型头螺栓底部垫片与滑槽完全卡死, 不能转动。该方案改动小, 施工方便, 效果良好。加了凸台的螺栓由于受到滑槽道口的限制, 因此仅能在很小的角度内偏转, 根本不可能到达 90 度后松脱出来, 同时该改造方案可拆卸, 成本低, 达到了我们的预期目标。



图 9 安装示意图

5 实施对策

在螺栓铸造的时候, 在模具中增加凸台设计, 其具体尺寸为厚度 3mm, 宽度为 13mm, 同时其强度等级不低于 8.8 级。现深圳地铁 9 号线盾构区间所使用的预埋滑槽一共有四个厂家, 分别是德国哈芬、山东天盾、山东安泰克和江苏华盾。在明确方案后, 我专业将 T 型头螺栓的整改图纸发于以上四个厂家, 统一制作标准, 使得每个厂家生产出来的 T 型头螺栓都具有有效的放松效果及整条线路的通用性。

6 效果检验

2015 年 4 月, 9 号线接触网专业施工对在深湾站—深圳湾公园站区间安装了一个锚段的汇流排, 用于样板段示范, 同时使用的 T 型头螺栓也是改进后的新产品。在此期间隧道内各个专业都有施工, 工程车也多次出入该管内, 但截至目前, 我专业人员没有发现 T 型头螺栓有偏转松脱的情况发生。

截止样板段实验及 9 号线全线使用新工艺生产的 T 型头螺栓安装至今, 未发生 T 型头螺栓松脱导致设备脱落问题,

参考文献:

- [1] GB 50157-2013, 地铁设计规范[S].
- [2] GB/T 50299-2018, 地下铁道工程施工质量验收标准[S].
- [3] GB 50168-2018, 电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准[S].

达到工艺改进目标。



图 10 接触悬挂安装情况

7 课题总结

T 型头螺栓在滑槽内发生松脱问题已彻底解决, 避免了因 T 型头螺栓松脱而导致运营中断的重大安全事故发生。节约人工成本约 537 天, 以平均一天 400 元计算约节约 12.88 万元。可靠的保障了地铁隧道内安装设备, 如环网电缆支架、弱电电缆支架、综合电缆支架、接触网悬挂系统、信号电缆支架、冷凝水管支架和排水管支架等等。大道至简, 一处小改动解决了接触网专业影响安全运营的螺栓松脱问题; 衍生为繁, 通过后推广至各专业, 为稳定运营奠定基础。