

Research on the Maintenance Countermeasures of Urban Rail Transit Subway Line Structure Disease

Jinhong Huang

Shenzhen Metro Group Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

After the construction of urban rail transit subway lines, the maintenance in the later period, so as to improve the application life of the line. With the accelerating speed of the development of urban rail transit, increasing fixed number of year, in the urban rail transit subway lines appear more structure disease, such as line station structure leakage, road bed, shield tunnel segment leakage, segment damage crack, curve rail disease, crawling disease, tunnel settlement deformation, etc. Find out the common diseases in the subway lines of the urban rail transit, and use the maintenance countermeasures, so as to ensure the structural safety of the subway lines and improve the quality of operation.

Keywords

urban rail transit; metro lines; structural diseases; maintenance countermeasures

城市轨道交通地铁线路结构病害的维修保养对策探究

黄金鸿

深圳市地铁集团有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

城市轨道交通地铁线路在修建完成后还需要加强后期的维修保养, 进而提高线路应用寿命。随着城市轨道交通的发展速度的加快, 通车年限不断增加, 在城市轨道交通地铁线路中出现较多的结构病害, 比如线路车站结构渗漏水, 道床离缝, 盾构隧道管片渗漏水, 管片破损开裂, 曲线钢轨病害, 爬行病害, 隧道沉降变形等。找出城市轨道交通地铁线路中常见的病害, 并使用维修保养对策, 进而保证地铁线路的结构安全, 提高运营质量。

关键词

城市轨道交通; 地铁线路; 结构病害; 维修保养对策

1 引言

随着城市轨道交通的发展速度的加快, 通车运营年限以及运营的线路里程不断增加, 地铁线路中结构病害逐渐增加^[1]。在地铁的运营线路中常见的病害主要包括线路车站结构渗漏水, 道床离缝, 盾构隧道管片渗漏水, 管片破损开裂, 曲线钢轨病害, 爬行病害, 隧道沉降变形等, 会对地铁线路运营造成不良影响。使用维修保养对策, 有利于保证地铁线路结构的安全性, 提高地铁线路结构的维修技术, 促进城市轨道交通的进一步发展。

2 在城市轨道交通地铁线路中常见的结构病害

2.1 车站的结构病害

在城市轨道交通地铁线路的车站建筑结构病害主要包括裂缝渗漏水, 侧墙或者车站顶板位置出现结构裂缝, 在侧

墙背后或者顶板覆土的位置中发生渗水情况。导致车站结构中发生结构裂缝的原因较多, 主要为养护不到位, 混凝土结构浇筑质量较差, 建筑强度没有达到设计要求^[2]。

2.2 区间隧道结构病害

在地铁线路的隧道结构中出现的病害主要包括结构裂缝, 管片环纵缝渗漏水, 道床离缝脱空、结构掉块及破损, 管片收敛变形, 道床离缝脱空等。其中管片出现椭圆变形的原因较多, 包括地质原因, 地下水变化, 基坑开挖, 周围地面堆载, 地铁车辆荷载等。有些会出现收敛变形严重的情况。当隧道中收敛情况超过安全允许值时, 会造成管片变形, 道床沉降离缝, 管片破损, 开裂, 环纵缝渗漏水等病害, 还会降低隧道的使用寿命以及结构安全的情况。

2.3 爬行病害

在地铁线路中列车行驶过程中, 很容易形成多种力, 主要包括纵向力, 横向力以及曲线阻力^[3]。由于受到多种力的影响, 地铁线路在进站时需在制动距离内减速, 由于地铁为双线行车方向, 很容易会出现增加纵向作用力, 进而导致

【作者简介】黄金鸿(1994-), 男, 中国广东揭阳人, 本科, 助理工程师, 从事轨道交通养护研究。

在纵向上出现钢轨移动的状况，甚至会带动软枕移动，进而形成爬行病害。严重的爬行病害，会造成钢轨弯曲，严重冲击钢轨，甚至会造成钢轨变形。

2.4 曲线钢轨病害

在地铁线路中很容易出现多种病害，其中曲线钢轨病害是其中发生率较高的结构病害。在地铁线路中主要表现为磨损。导致曲线钢轨损伤的主要原因包括：①钢轨的位置较差，在空间位置上存在钢轨位置不准确的情况，是导致钢轨出现严重磨损的重要原因。在地铁线路运营过程中，由于出现钢轨位置不准的情况，会导致内外钢轨发生不均匀受力的状况，进而很容易造成钢轨偏移，导致列车不均匀行走，进而造成一定的冲击力，会增加钢轨面的磨损。另外，由于不合适的超高，会造成车轮与钢轨不正常地接触，内外钢轨发生偏移，进而增加钢轨的损耗。在钢轨坡设置过程中，很容易出现一定的偏差，进而导致钢轨的顶面，车轮踏面不相符，在钢轨的顶面中出现偏压的状况，进而增加钢轨的损耗^[3]。②养护不到位。由于没有充分有效的养护钢轨，也会加重磨损的状况。比如曲线不圆顺、方向没有掌握好等会造成列车发生剧烈的晃动，会加重钢轨磨损。如果轨道距离出现异常，不符合规定值，车轮与钢轨之间会发生异常连接状况，大大增加行车的阻力，增加列车的晃动，还会造成严重钢轨磨损^[3]。如果钢轨之间的距离减少，缓和曲线超高，会造成列车运行中发生严重晃动，还会严重冲击钢轨。

城市轨道交通地铁线路设计流程见图1。

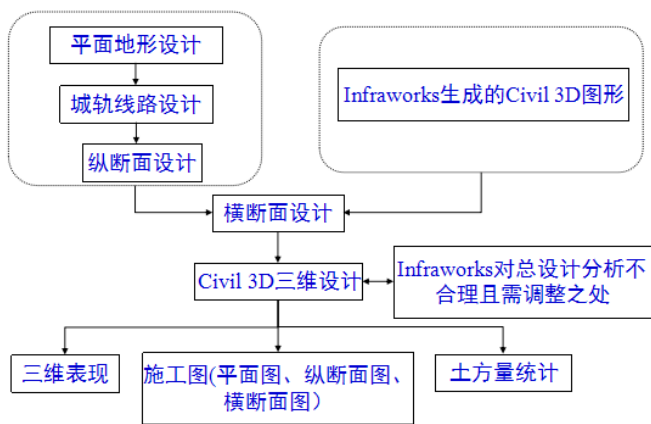


图1 城市轨道交通地铁线路设计流程

3 城市轨道交通地铁线路的维修保养对策

在城市化进程中，轨道交通地铁线路扮演的角色日益突出，为了更好地达到实际应用标准，缓解城市化进程中的交通压力，需要积极采取城市轨道交通地铁线路维修保养对策，通过科学化的方式让城市轨道交通地铁线路稳定运行，满足广大人民群众的实际生活需要，进一步带动城市的稳步发展。

3.1 地铁线路中渗漏水的治疗原则

在地铁线路中若出现渗漏水的问题，需遵循以堵为主，

堵排结合的原则，在维修中需要充分考虑实际情况使用综合的处理方法，避免对结构造成损伤，尽可能保证地铁线路的质量。在针对场段，车站等位置的结构病害的处理过程中，需在非运营期间，安排专业人员及时查看结构病害的状况。除了在隧道的高处设置应急处理外，还需要形成区间单位，加强巡查，并提供施工方案以及巡查报告，之后再实行集中处理，在完成后还需要进行质量验收操作。针对大面积隧道渗水情况，需要使用隧道内环纵缝封堵，壁后注浆处理。若为小渗水量的区域需要实行结构表面注浆封堵或者环纵缝处理^[4]。在地铁工程中，积极落实渗漏水的科学处理，能够保障整个运行过程的安全，也能进一步排查多种安全隐患。

3.2 壁后注浆技术

在地铁线路的隧道中，对管片壁后注浆处理过程中，需要将区域中衬砌外回填土的实际状况进行查明，根据隧道外部的土体的性质状况选择合适的注浆材料。在黏土地层中适合使用水泥浆单液灌浆材料或者水泥-水玻璃双液。其中砂性地层中适合使用聚氨酯灌浆材料，在使用前，必须先进行试注浆，进而确定适合的注浆材料^[5]。在注浆过程中需根据设计要求设置合适的孔。增加注浆孔的数量，在注浆前，需要在管片的相应的位置中安装防喷涌装置、球阀等，还需要将应急预案做好，避免在施工中发生泥水喷涌的状况。在施工前，必须做好试注浆的功能，进而确定合理的注浆压力以及注浆量。在注浆过程中，还需要加强观察地面变形以及隧道内的情况。

3.3 封堵隧道的内环、纵缝的渗漏

在注浆封堵前，需要明确渗漏的位置，若周围没有明显渗水的环缝、纵缝的情况时，需注入少量的聚氨酯灌浆材料，能够形成阻断点，进而禁止渗漏水的情况。通过注浆操作，形成阻断点，可以将区域内部围堵，使用快干水泥或者速凝性聚合物砂浆等材料将裂缝封堵。还需要将注浆嘴进行埋设好。之后通过注浆嘴将防水灌浆材料注入其中，主要包括快干水泥，丙烯酸盐，环氧树脂，聚氨酯等状况。可以根据实际状况，在注浆后，确定达到堵水效果后，须将止水针头切除，之后使用环氧胶泥进行封堵^[6]。

3.4 处理结构裂缝

①在暗挖或者明挖的结构裂缝中会出现渗漏处理的状况，需使用注浆止水操作。在操作中需先将出水点的位置找出来，之后将止水针埋设在其中，将防水灌浆的材料注入其中，在防水注浆达到效果后，需将止水针头切除，在封闭裂缝时，应用环氧胶泥。②针对管片及二衬结构裂缝，需进行渗漏处理操作。在无水的条件下，可以在裂缝的两侧，将注浆针头交替进行埋设，在保证可灌性的情况下，选择尽量小尺寸的注浆针头直径，在裂缝周围进行表面的密封，主要使用环氧胶泥进行操作，在密封后还需要加强固定。将刚性环氧树脂通过注浆管进行注射操作，进而补强加固裂缝。

城市轨道交通地铁线路规划见图2。

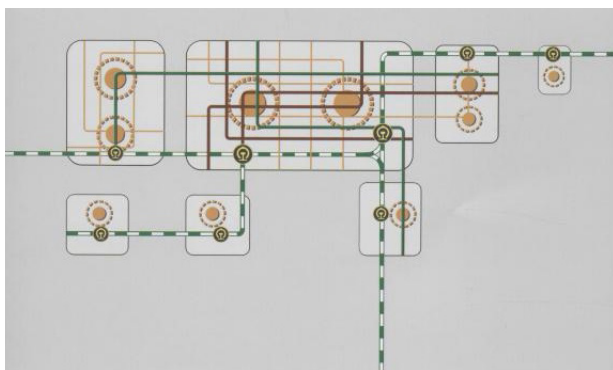


图2 城市轨道交通地铁线路规划

3.5 处理修复管片和衬砌结构掉块及破损的情况

在局部清理空洞、露筋以及掉块的状况，需要全部剔除疏松的混凝土，直到混凝土结构密实，清理干净表面。针对存在漏筋的位置，需要对钢筋进行除锈操作，还需要涂抹环氧富锌预防锈蚀。在对基面进行清理后，还需要涂抹一层环氧树脂，保证粘结新旧的砼，使用刚性环氧树脂，环氧树脂砂浆，超高性能混凝土，膨胀水泥混凝土进行修补。

3.6 处理道床脱空以及离缝情况

在道床两侧与管片椭圆后出现缝隙后，需使用UHPC超高性能混凝土或者刚性环氧树脂进行缝隙灌浆处理操作。其中在脱空的位置实行开槽，并将裂缝暴露出来，还需要进行适当的剥离。在封孔嵌缝中使用早强水泥操作，将注浆孔埋设好。在注浆孔中，需从下向上进行注浆操作，将缝隙进行灌满。在注浆完成后，再确定凝固，需修复道床以及注浆的位置。在道床脱空注浆过程中需根据实际设计方案处理特殊减震道床、普通道床的情况。

3.7 注浆封堵车站裂缝表面

通过表面注浆封堵的方式处理裂缝点或线状渗漏。在注浆前，需要先清理砼表面，将出水点的位置确定，在选择封堵材料时，优先使用改性环氧树脂，在必要时需根据施工环境，止水效果，地质条件等多种因素选择刚性环氧树脂，聚氨酯，丙烯酸酯，环氧砂浆，快干水泥等。

3.8 安装接水盒

在地铁线路运营过程中，需要优先对裂缝位置使用涂

刷防水涂料或者注浆封堵，但是若现场无法满足施工条件时，也可以使用不锈钢接水盒，实行引排处理。接水盒中使用厚度超过1毫米的不锈钢，通过吊杆进行固定操作，主要放置在风管，吊顶等位置，还需要重视接水盒的牢固性以及密封性，还需要存在一定的坡度，将渗漏水引流到排水沟中。

3.9 管片变形钢环进行加固处理

在隧道收敛变形比较大的管片处理过程中，需要在停运时间段志宏，加固管片结构，进而改善受力的性能，补强管片，控制管片变形的状况，进而提高承载力，减少对运营的影响。在加固处理管片变形时，需改排管线，切割道床，加工钢管片，处理管片中的病害，安装钢牛腿、更换底板，安装环板，通过化学锚栓的方式进行固定，还需要焊接钢环，安装钢拉条，填充环氧树脂，修复钢环破损的位置。

4 结语

随着城市轨道交通逐渐发达，城市中地铁线路逐渐增多。城市轨道交通后期的结构保养维修的问题逐渐凸显出来。随着地铁线路应用时间的增加，各种结构病害逐渐增加，需高度重视并加强病害的修复以及保养。使用壁后注浆技术封堵隧道的内环、纵缝的渗漏，处理结构裂缝，道床脱空以及离缝，车站裂缝表面。若条件不允许，也可以使用安装接水盒。若出现隧道收敛变形的情况，需进行管片变形钢环的加固处理，进而改善对运营的影响，提高列车行驶的安全性。

参考文献

- [1] 刘纪俭,司小东,陈阳,等.基于web和BIM技术的运营期地铁隧道结构质量信息管理系统[J].现代城市轨道交通,2022(12):88-93.
- [2] 沈杰.隧道病害维修保养技术方案设计分析[J].现代装饰,2023(8):53-55.
- [3] 魏中华.公路桥梁病害治理及维修加固技术分析[J].工程管理与技术探讨,2021,3(9).
- [4] 尹贤贤.城市轨道交通轨道服役性能劣化机理分析及病害智能检测研究[D].北京:北京交通大学,2021.
- [5] 曹斌.道路桥梁结构病害及加固措施研究[J].数码—移动生活,2021(8):81-82.
- [6] 杜辰.天津港南疆复线公路桥维修加固关键技术[J].港口科技,2020(11):25-27+34.