

# 探究基于耐久性的地铁结构设计要点和措施

赵得杰

中铁第六勘察设计院集团有限公司 天津 300308

**[摘要]**地铁与其他地下建筑以及地面建筑不同,地铁结构由于所处位置、功能要求和施工工艺等原因,对耐久性有特殊要求。地铁结构一般埋在十米以下,地铁站和隧道二氧化碳浓度高,地下水丰富,有害离子很多,都会对地铁结构产生影响。另外,地铁建成投入运营后,会产生很强的杂散电流,腐蚀地铁结构的钢构件,降低地铁结构的强度。考虑到影响地铁结构耐久性的因素复杂,要提高地铁结构的耐久性,必须把握主体结构和围护结构设计等关键点。

**[关键词]** 耐久性; 地铁结构设计; 要点和措施

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.313

## 引言

一直以来,安全性和耐久性是地铁工程结构设计的关键内容。随着我国交通运输业的快速发展,安全性和耐久性也面临着更高的要求。在地铁工程设计过程中,往往偏重于构件的强度或刚度,缺乏对耐久性问题的深度考虑,对地铁结构的安全性和耐久性以及工程的使用寿命都有一定的影响。

### 1. 影响地铁结构耐久性的设计因素分析

#### 1.1 结构合理性

地铁结构的合理性关系到其承载能力和稳定性,进而决定其安全性和耐久性。现代地铁工程常见的结构形式有梁式桥和拱桥,其中梁式桥又可分为简支梁、连续梁和悬臂梁,各种形式适用于不同场景及工程规模的地铁。如果设计的地铁结构不合理,将直接影响其荷载能力和稳定性,进而影响安全性和耐久性。

#### 1.2 忽视了安全性、耐久性设计

项目实施的重要依据之一是工程设计方案的编制,各方面的建设都要按照方案中设计的内容进行。如果设计方案本身存在问题,忽略了对安全性和耐久性的考虑,其潜在影响必然会延伸到工程建设中,最终潜在危害会体现在地铁质量问题上,甚至造成坍塌、损坏等严重后果。有些设计人员在设计阶段缺乏对工程整体的考察和规划,致使设计方案中缺乏工程安全性、耐久性的相关设计措施。例如,有些地铁在遭受撞击之后出现大面积的损毁,甚至不能继续使用,这种情况往往与地铁工程的结构设计不科学存在很大关系,导致工程损毁、经济损失以及人员伤亡等严重后果。

### 2. 基于耐久性的地铁结构设计要点和措施

#### 2.1 控制耐久性

(1) 至于杂散电流对钢筋的腐蚀,可以考虑在地铁结构设计阶段增加回流轨道地铁轨道上的排水网密度,防止杂散电流流走。同时,对于返回轨道附近的钢筋或其他金属部分,可以考虑采用防腐材料来抵抗杂散电流的影响,增强这部分钢筋的防腐性能。对于回流轨周围的混凝土结构,可根据结构形式以及环境特征合理设计结构参数,并在混凝土结构外侧增设防腐涂层,进而降低杂散电流的影响(2) 针对混凝土碳化作用的影响,在地铁结构设计阶段,可根据碳

化理论预测碳化作用的影响。当碳化深度达到钢筋表面也就是混凝土保护层厚度时钢筋开始腐蚀,相反,若确定了混凝土保护层厚度就可以反推出钢筋开始腐蚀前的结构寿命,这样就可以在设计阶段根据项目设计标准确定混凝土保护层厚度,从而控制混凝土碳化作用的影响。

#### 2.2 加强地铁工程防腐设计

地铁的防腐也是设计中容易被忽视的部分,也是地铁工程设计过程中必须考虑的因素之一,直接影响地铁结构的耐久性。由于地铁工程长期暴露在室外环境中,季节变化等天气因素对地铁建筑材料也是非常严峻的挑战。例如,在中国北方寒冷的环境中,地铁工程的安全性和耐久性都需要单独考虑。地铁构件长期暴露在空气环境中,生锈、腐蚀、氧化问题不可避免,所以提高地铁工程钢筋混凝土厚度以及在表面涂刷防锈材料是最为常见的解决方法,这也是当前最为科学有效的地铁维护手段,在一定程度上提高了地铁工程的安全性与耐久性。

#### 2.3 优化地铁结构构造设计

在地铁结构设计方面,考虑到耐久性,需要在保证设计效果的基础上,最大限度地优化地铁结构设计。具体应考虑以下几个方面:(1) 地铁结构设计中,应充分保证构件的均匀性,尽可能减少边角,以有效控制混凝土结构的荷载应力和收缩应力。由于地铁结构通常为长条形结构,因此需要合理设计纵向钢筋的布置,同时,要根据地下环境以及项目设计要求合理确定混凝土保护层厚度,从而确保混凝土结构耐久性。(2) 在地铁结构各部分构件设计上,要确保构件形态的合理性,尽可能地避免构件附近出现有害物质或地下水聚集,若有必要应做好排水设计。(3) 要考虑到当地铁局部结构被破坏后整体结构的耐久性,尤其是易受到侵蚀的局部结构,应尽可能弱化这部分结构与整体结构的关联性,从而确保地铁整体结构的耐久性。

#### 2.4 做好材料质量控制,优化工艺设计

##### 2.4.1 合理增加混凝土保护层

混凝土保护层是针对混凝土、钢筋等有效保护,确保钢筋不会受到侵蚀,减少有害物质进入。通过研究可以发现,氯离子侵入的时间与混凝土保护层的厚度直接相关。在

正常情况下,如果保护层越厚,那么钢筋的使用时间就越长,结构也就更加稳定。因此,就可以是适当的增加混凝土的厚度,这样能够很好的提高混凝土结构的耐久性。

#### 2.4.2加强研究疲劳损伤

在地铁设计过程中,疲劳损伤一直是一个重要问题。因为钢结构的疲劳,会导致钢筋开裂,影响地铁的稳定性。目前,我国正在深入研究地铁的疲劳损伤问题,并得到一定程度的进步和发展。所以,不断的加强混凝土技术,也就能够很好的控制地铁的损伤问题。但是,在钢筋混凝土结构施工过程中可能会受到环境和人为因素的影响,那么就需要相关技术人员能够加强研究,迎合时代发展来合理应用新技术,有效的解决损伤问题。

#### 2.4.3重视抗震抗裂性能

地铁的抗裂性和抗震性能将影响地铁的安全性和耐久性。通过这方面的探讨和研究,需要根据不同的数据进行合理的分析。预应力结构的裂缝可以分为等级,不同等级裂缝的程度不同。所以,针对不同情况来具体计算,就需要能够充分了解,然后再模拟计算裂缝的宽度,根据实际情况来对其进行判断和建设。

#### 2.5重视结构、构件的合理选型

在地铁设计中,建议尽量采用箱形截面,这样可以有效提高整体结构的刚度,降低地铁的疲劳振动。此外,为了防止地铁出现结构裂缝,可以对主桥结构的竖向和横向构件施加预应力,形成全预应力结构,从而控制结构变形,防止裂缝的产生。设计构件的断面时,应当适当加强混凝土棱角外观断面的密度与强度,同时控制混凝土骨料粒度的分布、密度以及强度,合理安排钢筋设置间距。另外,针对地铁结构,以通过设置具有防渗透、抗剪切与拉伸作用的防水层。需要注意的是,防水涂层与沥青混凝土的铺装层之间,其附着力应高于沥青混凝土路面与钢筋混凝土桥之间存在的附着力,在桥面的顶面、连续梁负弯矩界面上适当设置该防水层,以达到防治水分渗透的作用,从而避免影响工程质量。

#### 2.6围护结构措施

在地铁施工过程中,首先要进行围护结构的施工,这是后续施工活动的基础和保证。因此,地铁围护结构的设计极为关键。目前应用广泛的地铁围护结构类型很多,不同形式的围护结构侧重点也不同。在具体的设计过程中,需要考虑以下几个方面:(1)围护结构的形式必须契合施工区域的地质条件特征,比如,软弱地层和常规地层所采用的围护结构就有较大差异,这样才能确保围护结构能够适应施工环境,保障施工安全。(2)围护结构设计要具备可行性,即围护结构设计在特定施工环境下可以顺利实施,不仅使其所受到的限制性较小,还可以起到良好的支护效果。(3)围护结构设计要符合项目防护等级,充分考虑到地表沉降等多种因素影响,有效保障施工安全。(4)围护结构设计要考虑到经济性

与技术性,要在确保围护结构耐久性的基础上尽可能控制围护结构成本,尽可能采用先进技术手段。

#### 2.7提高地铁使用寿命

已建成地铁的使用寿命被称为地铁的耐久性,地铁的使用时间将对其安全性和经济性产生直接影响。在我国地铁工程设计的发展中,总体结构设计一直被放在重要位置,而细节设计一直被忽视。地铁维修养护后期没有过多考虑最终的设计理念,造成了人力、物力、财力的严重浪费,影响了地铁的耐久性。在地铁工程设计过程中,设计人员应全面考虑每一个细节,注重提升养护人员和施工人员的专业技术水平,使设计效果真实体现出来。地铁的整体结构与耐久性设计之间存在很大差别,从定性角度来分析地铁的耐久性如今逐渐转向了定量分析。在地铁设计和施工阶段重点关注其牢固性、安全性和耐久性,借助后期使用的先进养护技术、检测技术深入剖析地铁投入使用后可能会遇到的各种灾害,使地铁的耐久性、安全性满足使用需求。

#### 2.8提升设计人员的专业认知

设计人员应充分认识到地铁安全性和耐久性对整个工程的重要性,在设计和施工过程中明确可能影响其安全性和耐久性的主要因素,并采取有针对性的预防措施,不断提升在地铁设计工作方面的专业认知。一些发达国家在地铁的规划设计方案当中将耐久性作为了检验标准之一,其适用性能表现更优,可以为设计人员的工作提供更多的思路参考,积极吸纳和借鉴成功的经验,不断优化个人设计方案水平。

#### 结束语

综上所述,随着我国城市化进程的不断加快,城市规模不断扩大,人口迅速增加,交通压力必然加大。因此,地铁将成为大中城市缓解交通压力的必然选择。在地铁结构设计中,耐久性是考虑和研究的关键问题,它直接关系到地铁的运营安全和使用寿命。设计人员应充分考虑影响地铁结构耐久性的因素,通过优化和完善设计方案来提高地铁结构的耐久性。

#### 参考文献

- [1]汪乐.基于耐久性的地铁结构设计分析[J].北方建筑,2018,3(06):19-22.
- [2]钟伟.关于耐久性的地铁结构设计要点探讨[J].低碳世界,2017(26):223-224.
- [3]许芃.天津滨海地区地铁结构耐久性设计研究[J].中国高新区,2017(10):119.
- [4]高红兵.关于地铁结构耐久性综合模拟试验站的构想[J].现代隧道技术,2015,52(01):33-37.
- [5]吕志刚.浅析地铁结构耐久性设计[J].建材技术与应用,2007(11):3.
- [6]夏雨清,谢瑞琼.论地铁结构设计中的若干问题[J].江西建材,2014(06):135.