

# 注浆技术在地铁土建工程中的应用

李彦熹

重庆市轨道交通(集团)有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i1.7599

**[摘要]** 如今,城市化进程日渐加快,城市人口数量明显增多,交通运输压力也与日俱增。为缓解城市通行压力,地铁工程建设大量出现。由于地铁是位于地下的,其土建工程建设效果将直接影响到整个地铁的安全与稳定。为此必须要采用科学化施工技术手段。注浆技术是当前地铁施工建设中常见技术形式,在地铁土建施工质量提升中发挥着重要作用。本文主要对注浆技术在地铁土建工程中应用进行分析论述,以供参考。

**[关键词]** 注浆技术; 地铁; 土建工程

## Application of grouting technology in subway civil engineering

Li Yanxi

Chongqing Rail Transit (Group) Co., Ltd

**[Abstract]** Nowadays, the process of urbanization is accelerating, the number of urban population is significantly increasing, and the pressure of transportation is also increasing day by day. To alleviate the pressure of urban traffic, a large number of subway construction projects have emerged. As the subway is located underground, the construction effect of its civil engineering will directly affect the safety and stability of the entire subway. Scientific construction techniques must be adopted for this purpose. Grouting technology is a common technical form in current subway construction, playing an important role in improving the quality of subway civil engineering construction. This article mainly analyzes and discusses the application of grouting technology in subway civil engineering for reference.

**[Key words]** grouting technology; Subway; Civil engineering

在当前城市建设中,地铁是十分重要的一种基础设施,并发挥着重要作用。地铁建设过程中,土建工程是前提和基础,其施工质量将对地铁质量效果产生关键性影响。为此在地铁土建施工中应积极应用注浆技术,确保地铁地基、结构更加稳定牢固,也保证城市市政工程持续、稳定运行。

### 一、地铁土建工程中注浆技术应用重要性

地铁土建工程中应用注浆技术,需要先了解注浆技术所具备的优势,从而对已有施工方案进行进一步优化完善,确保在实际应用中注浆技术展现出应有效果。所谓注浆技术就是将事先搅拌完成的浆液通过压送设备注入到地层中,让浆液可以在指定范围内扩散,从而提高地层紧密性,让地层更加密实,确保后续施工建设顺利开展。应用注浆技术时,能够降低压力因素影响导致地层发生裂缝、沉降等情况,提高工程建设质量,通过正确注浆技术对目前工作方式进一步优化,确保注浆技术优势得到充分展现。目前大部分地铁工程埋藏深度并不深,在施工建设时会面临很多极为复杂的地质条件,进而引发诸多质量问题,甚至会在建设中出现坍塌等严重后果<sup>[1]</sup>。基于此,在具体建设时就应选择合适注浆施工技术,并实施全过程监管,避免出现不必要隐患,提高注浆工艺效果,确保地铁工程品质,助力地铁行业持续稳定进步。基于此,在实际操作过程中应全面把握注浆技术,完善施工流程、工艺实施,为后续地铁工程建设提供坚实保障。

### 二、注浆技术的具体分类

#### 1、双液注浆技术

应用注浆技术时,需明确工艺特点,结合现场施工标准、技术要求等确定技术模式,确保注浆施工达到理想效果。基坑开挖时,底部漏水是常见问题,这就需要借助双液注浆的形式进行处理,让地层更加牢固稳定。具体操作中,通过墙外部灌浆、内部封堵的形式处理土质结构,借助液压方法确保浆液可以充分混合,然后利用注浆管迅速进入到地层中。再借助人工操作方式,让土壤中的空气、水分顺利、快速排出,让土层自身密实性得到增强。在结构施工过程中,为了让结构更加完整稳定,还应做好结构防水工作,妥善处理漏水点。如在墙外通过钻机修补,再使用浆液,迅速凝结,顺利实现封堵目标,提高基坑周围土体稳定性、牢固性。

#### 2、化学注浆技术

化学注浆技术需应用化学试剂,这种试剂是水溶性聚氨酯与水溶性聚醚在聚合反应下产生的高分子化合物<sup>[2]</sup>,通过压力作用使水溶性聚氨酯灌注材料进入到裂缝中,裂缝中残留的水分、水蒸气等与媒介融合发生化学反应,进而产生膨胀情况,从而对裂缝进行封堵,达到防渗漏效果。地铁土建工程施工过程中,化学注浆技术有广泛应用,能够缩小缝隙,最终实现良好效果。凝结成胶体后有很好的弹性,在地铁土建工程施工中能够保持良好密实性,并且经济性强。

### 3、静压注浆技术

土建工程建设中,静压注浆技术应用广泛,这种方法又被称为劈裂灌浆法,软土地基建设时就可以使用静压注浆技术。利用劈裂工作原理,也就是将压力注入到比重较大的水泥浆或水泥砂浆中,通过压力传感、地基应力场中压力传递的作用,使注入的泥浆沿着最小主应力面或弱应力分布地区扩散<sup>[3]</sup>,让周边土地密实性、压实性得到提高,降低土体孔隙率,增加压缩模式的数量。土壤中,凝聚到一起的泥浆会发挥出骨架优势,让整个地基承载力得到强化,避免沉降变形等情况出现。

### 4、高压喷射注浆技术

近些年来,工程施工技术水平、工艺等大幅度提升。地铁土建工程中高压喷射注浆技术也有广泛应用。但在具体应用过程中必须要有一定技术和设备作为保障,否则无法顺利事事。当前,高压喷射注浆技术涉及单管法、二重管法、三重管法<sup>[4]</sup>。在地铁土建工程深基施工中有很好地应用效果。借助高压冲击力可以实现深基岩石的覆盖式喷射,通过强大压力使准备好的浆体顺利注入到岩石体内,可以在较短时间内变得坚固。此外,在地铁土建工程建设中应用高压喷射注浆技术,需要科学协调处理各种因素和资源,确保工程建设中相关隐患得到及时处理,作业设备能够满足注浆技术应用需要。

### 5、复合注浆技术

复合注浆技术就是将静压注浆技术与高压喷射注浆技术融合起来,展现出二者优势。复合注浆技术利用高压喷射方法形成注入桩体,再通过静压注浆技术原理开展注浆作业,使浆体通过高压喷射快速进入到地基岩石体中,使其更加稳定坚固,为后续地铁施工建设打下坚实基础。复合注浆技术操作更为规范、系统,是目前土建工程施工中比较常用的一种注浆技术方法。

## 三、注浆技术在地铁土建工程中应用

### 1、改良地层性质中应用

首先,结合地铁工程建设实际需要以及真实情况,科学对土建工程施工进行规划设计。土建工程主要是对地层结构、岩土性质进行改良优势,提高其稳定性、坚固性,从而满足地铁工程建设需要,并维护地铁施工安全。将注浆技术应用到地铁土建工程中,能够进一步夯实地基土质结构。其次,了解地铁土建工程建设实际需要后,就需要安排专业技术人员到现场认真勘察地基土质结构情况,在勘察过程中应依据相关技术要求做好地基土质样本获取与化验工作,从而更为客观地了解具体土质结构性。然后检测土质结构承载力、抗压力,为注浆技术应用提供科学参考。最后,如果通过化验和检测得出地基土质结构并不坚固密实,就需要采用注浆技术进行施工建设。注浆施工时,必须要从现场真实情况出发,科学规划选用施工工艺与设备,并在施工方案中制定大小管棚、小导管注浆施工预案,从而达到双倍加固的效果,使其承载力、抗压力得到全面提高。

### 2、地铁隧道堵水中应用

我国地域辽阔,面积大,不同地区地下构造、环境、地下水层等分布存在很大差异,如有些地区地下水分布广泛,且深度小,在地铁施工建设过程中,如果隧道需要经过地下水层,就要发挥注浆技术优势,有效阻隔或引流地下水层中的水,通过堵水的方式使水流被阻隔在地铁设施之外,在此基础上稳定

地铁建筑物,使其更加安全牢固。堵水操作时,借助注浆管使浆液均匀、缓慢注入到构筑物周围土层中,在渗透作用下,浆液可以充分渗入到土壤缝隙中,并将缝隙中空气排出。加之人工控制,让地下土层逐渐成为一个整体,使地下水与地铁隧道分开,从而保障地铁土建工程质量不受影响。如广州某地铁经过河间区域,地层中含水量大,要在水下开挖隧道。在开挖过程中出现大量水流,为减少出水量,通过帷幕注浆法进行加固,增加注浆超前小导管数量,实现密排处理。科学搭接注浆管,控制好长度与间距。帷幕注浆施工是依据梅花形状设置注浆导管<sup>[5]</sup>,通过压力注浆法使水泥浆液顺利进入到孔位中,达到堵水目的。

### 3、管线保护中应用

地铁土建工程建设过程中,不仅要地对地铁建筑物、周围环境进行施工管理,还需要确保电力、水资源输送,从而使相关设备设施正常运行。因此地铁土建工程建设过程中也涉及诸多电力工程、管道工程。但由于土体沉降、位移等因素干扰,常出现管道破损情况。为此在实际施工建设时,不仅要密切关注地铁土建主体结构施工,还应借助注浆技术保护管线。首先,先于管道外部开始注浆工作,使管道得到妥善保护。其次,科学计算最初注浆沉降数值、坡度差值。最后,对多次注浆后产生的土地流失情况进行处理,让土壤强度得到稳步提升,同时在局部处提升管线,从而有效控制坡度数值偏差,确保管线得到有效保护。在地铁土建工程中应用注浆技术,应充分参考各类型实际情况,选用更为合适的注浆技术,不仅展现出注浆技术优势,也能够为地铁工程高质量建设以及后续安全稳定运行提供保障。

### 4、夯实流沙层中应用

地铁工程建设通常是地下隧道作业,由于地铁工程比较特殊,隧道与地表深度距离比较小。加之上部基础设施管线影响,地铁工程建设中很容易出现上部土质结构疏松的情况,甚至会产生塌陷。粉细岩石为主的土质结构地层无法成熟较大压力,使得地铁隧道施工安全性也受到严重影响。为此应用注浆技术能够进一步夯实流沙层结构。技术人员先达到隧道中,认真了解现场环境、土质结构等,然后通过小导管注浆技术,将浆体顺利注入到粉细砂岩中。浆体配置应科学合理,选择硅酸盐水泥与适量水玻璃进行混合搅拌。注入过程中要保证缝隙全部被填充满,从而使流沙层更为牢固,也让隧道更加安全稳定。如以北京市某地铁为例,其采用暗挖法,地铁隧道是南北方向,埋深4.2米,隧道断面处有一流沙层,宽为1.2米,含水量大,开挖后发生涌砂情况。为确保施工更加稳定,选用超前预注浆技术加固,利用小导管注浆。将水泥浆与水玻璃混合,二者比例为7:5<sup>[6]</sup>,在流沙层注入浆液,5分钟后浆液凝结,再施工并无涌砂情况。选择超前预注浆技术能够让土质结构更加稳定坚固,极大降低了隧道出现坍塌的几率,让土质结构承载力得到提升。

### 5、锚杆抗拔力提升中应用

为使围岩稳定性得到提升,通常会选择锚杆,为提高岩体锚固力,需采用相关技术增加锚杆锚固段直径参数,具体涉及机械法、爆破法几种。相比而言,注浆技术操作起来更加简便,并且成本更低,能够使锚固直径扩大目标顺利实现。该技术对

下转第126页

较大,需在拼接处嵌填砂浆或调整模板位置以确保密封。

### (3) 拼缝加固与检查

模板拼接完成后,需通过目测和尺量检查拼缝密合度,以下为控制标准:拼接处需无明显间隙,间隙总长度不宜超过模板总长度的1%。模板错台的高度不得大于2mm,模板结合处平整无错动。在浇筑混凝土前,应再次检查拼缝位置,并进行二次封堵处理以确保无漏浆隐患。

## 3.3 混凝土工程质量控制要点

### 3.3.1 配合比控制

混凝土配合比控制是保证结构强度、耐久性和施工性能的关键环节,其设计需综合考虑强度等级、施工条件和耐久性要求。在施工过程中,水灰比控制在0.4~0.5之间,对于C40及以上高强度混凝土,水灰比应小于0.45,以确保混凝土的强度和耐久性。砂率一般保持在35%~40%,既能确保混凝土的和易性,又可防止离析和泌水问题。坍落度应根据施工需求进行精确控制,泵送混凝土的坍落度通常要求在160~180mm范围内,而梁柱节点部位控制在140~160mm,避免流动性过高影响结构性能。在搅拌过程中,投料顺序需严格按照水泥、砂、骨料、水及外加剂的顺序进行,搅拌站自动计量系统需满足水泥、外加剂误差不超过±1%,水、砂、骨料误差不超过±2%的精度要求。现场施工时需实时检测坍落度,偏差控制在±10mm以内。

### 3.3.2 作业流程操作问题

在混凝土施工当中,注意柱脚底部封模位置要进行凿毛处

理。柱模板支模完成后底部堵浆,堵浆四周封堵形成封闭圈,避免混凝土施工中出现外漏。同时,跟商混站对接跟踪反馈混凝土工作性能,确保混凝土质量达标。

振捣作业是非常重要的环节。柱子振捣过程中采取双振动棒对角振捣方式。混凝土入模前先行同标号砂浆垫底,控制混凝土入模方向。振捣手施工前务必进行技术交底,且保证具备丰富的作业经验。振捣过程中管理人员柱子点对点管理。不同劳务分包班组对比浇筑,施工不同楼面,差的班组淘汰清退。

### 结束语:

总之,通过对钢筋工程、模板工程和混凝土工程施工技术的分析,可发现标准化施工和精细化管理是实现高质量建筑施工的关键途径。在未来的发展中,应进一步加强施工技术的规范化和创新性应用,结合新材料、新工艺和智能化设备,全面提升建筑施工效率和质量。此外,绿色施工理念的推广为建筑行业的可持续发展指明了方向,应加大对节能型材料、可循环支撑体系和低碳施工方法的应用力度。

### [参考文献]

- [1]朱必豪.建筑工程主体结构施工技术及质量控制措施[J].建筑与预算,2023(9):74-76.
- [2]王浩.建筑主体结构工程施工技术要点探析[J].建筑·建材·装饰,2023(12):91-93.
- [3]王尧.浅析建筑工程主体结构质量检测内容及方法[J].建筑·建材·装饰,2023(11):157-159.

## 上接第122页

注浆量进行控制,从而有效管控直径参数,通过实验比较最终确定最佳注浆量,进而确定注浆压力以及抗拔力。如某地铁土建工程地质结构是可塑性粉质黏土,使用锚杆锚固技术加固,锚杆长为16米,应用注浆技术,注浆压力控制在1MPa,注浆量为 $0.5L/m^{3[7]}$ 。为使地层中注浆能够均匀扩散,拓宽浆液固结范围,提高注浆固结质量,构建三维模型,发现一部分浆液会渗入到其他地区,渗透均匀性不强,深层浆液含量不多。于是,施工人员选择钻孔注浆,通过静压注浆方法,通过水泥砂浆实现注浆。注浆钻孔直径为13cm,利用锚索加固。对于提高锚杆抗拔力,注浆技术发挥着重要作业,能够降低地表沉降量,让基坑更加稳定,达到地铁土建工程施工标准。

## 6、盾构纠偏中应用

在地铁盾构施工中,注浆技术应用能够提高纠偏效果,防止地基稳定性差导致沉降不均匀的情况出现,让隧道、地下结构更加安全稳定。如长春市某地铁工程选择盾构技术施工操作,隧道高为6.3米,井高15米,竖井距离为366米,施工位置有诸多灰色黏土,含水量比较高,超过40%<sup>[8]</sup>。使用盾构法进行隧道施工时,经过这一位置时出现偏移,若继续施工盾构机无法达到预期位置。为此选择使用注浆技术盾构纠偏,通过压密注浆法施工建设。注浆前,选择在环管片区域钻孔,在管片西边设置两个注浆孔,东边有良好出土孔,防止高含水量的地质影响施工建设,也避免水流进入。注浆从西部开始,在东部出土位置纠偏,盾构机逐步推进,将防喷装置安装在出土孔处,出土2小时之后注浆。通过压密注浆法对浆液灌注压力、流量进行控制,同时对盾构机推进进行密切监测,对纠偏

注浆的次数如实记录,当纠偏达到预期目标后将注浆工作停止。

### 结束语:

总而言之,地铁工程是当前城市建设中的重要交通设施,可以很好地缓解城市交通运输压力。为保证地铁工程建设效果,应提高对土建工程建设重视程度,并在其中应用注浆技术,确保地基结构更加稳定坚固。在具体实施过程中,应根据地铁土建工程所处位置选择合适施工方案、工艺与技术,提高地基结构稳固性,确保后续地铁工程建设达到较高品质。

### [参考文献]

- [1]周秀兰.注浆加固技术在地铁隧道中的应用研究[J].工程技术研究,2024,9(6):64-66.
- [2]高国强.高压注浆技术在地铁施工防水中的应用研究[J].中国厨卫,2024,23(1):19-21.
- [3]钟鸣,刘慧,余万珍,桑家才.注浆技术在地铁土建工程中的应用[J].大众标准化,2023(11):49-51.
- [4]沈诗亮.试析注浆技术在地铁土建工程中的应用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(1):283-286.
- [5]王通福.注浆技术在地铁土建工程中的应用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(4):69-71.
- [6]白龙.注浆技术在地铁土建工程中的应用探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(4):226-228.
- [7]张乐.注浆技术在地铁土建工程中的应用[J].新材料·新装饰,2021,3(23):115-116.
- [8]柴桂强.注浆技术在地铁土建工程中的应用研究[J].地产,2021(16):158-160.