

试论真空灌浆技术在公路工程施工中的应用与探析

黄炳球

广西北投交通养护科技集团有限公司 广西南宁 530000

摘要: 随着我国路网越来越发达,公路里程不断延长,公路的建造技术不断发展。水泥混凝土是我国公路路面的主要形式之一,近年来,混凝土施工技术也得到很大进步。目前,真空灌浆技术是较为先进的灌浆技术,将其应用在水泥混凝土公路的工程施工中,可以减少水泥混凝土路面的一些病害,如裂缝、脱空、唧泥等,从而延长公路使用寿命、增强公路路况的稳定性。基于此,本文首先阐述了真空灌浆技术的优势,然后剖析了真空灌浆技术在公路工程施工中的应用,接着分析了真空灌浆技术在公路工程施工中要注意的问题,最后阐述了真空灌浆技术的技术指标,以供相关人士交流参考。

关键词: 水泥混凝土路面;真空灌浆技术;技术要点;技术流程

The application and analysis of vacuum grouting technology in highway engineering construction

Bingqiu Huang

Guangxi Beitou Traffic Maintenance Technology Group Co., Ltd., Nanning 530000, Guangxi

Abstract: With the more and more developed road network in China, the highway mileage continues to extend, and the highway construction technology continues to develop. Cement concrete is one of the main forms of highway pavement in China. In recent years, concrete construction technology has also made great progress. At present, vacuum grouting technology is a relatively advanced grouting technology. Its application in the engineering construction of cement concrete highways can reduce some diseases of cement concrete pavement, such as cracks, void, mud pumping, etc., so as to prolong the service life of the highway and enhance the stability of highway conditions. Based on this, this paper first expounds on the advantages of vacuum grouting technology, then analyzes the application of vacuum grouting technology in highway engineering construction, then analyzes the problems that should be paid attention to in highway engineering construction, and finally expounds on the technical indicators of vacuum grouting technology for exchange and reference.

Keywords: cement concrete pavement; Vacuum grouting technology; Technical points; Technical process

引言:

真空灌浆是在后张预应力混凝土结构施工中的一项新技术。在真空灌浆中,孔道处于真空状态下,把浆液压送在建筑物地基的裂缝处、断层破碎区域或者建筑体本身的接缝中。灌浆技术是我国公路工程加固的主要手段,首先准备优化后的特种水泥浆,然后通过使用真空泵,作用在孔道的一端,使之产生大概 -0.1MPa 的真空度,随之通过灌浆泵把特种水泥浆从孔道的另一端灌入。此时水泥浆会逐渐挤压地层内的空气、水或者土粒等物质所在的空间,直至水泥浆填满整条孔道。施工人员再往孔道施加 $\leq 0.7\text{MPa}$ 的正压力,以使预应力孔道内的水泥浆更加饱和、更加密实。等浆液完全固结后,便会构

成新的固结体,此固结体具有高强度性、高防水性,对地层加固有明显作用。

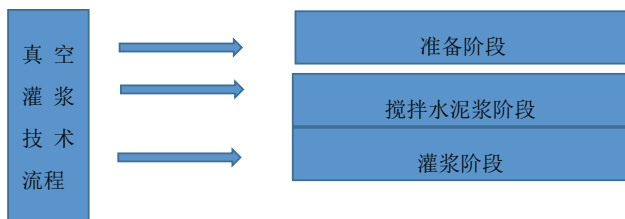
1 灌浆技术的优势

与传统的灌浆技术相比,真空灌浆技术具有四方面的优势。首先,此项技术要求在真空状态下操作,可以消除孔道内的空气、水份等物质,尤其可以排除水泥浆中的气泡、减少水泥路面的孔隙和泌水现象,从而使水泥路面更加稳固。其次,在灌浆过程中由于孔道的密封性极佳,浆体压力比较稳定,所以浆体可以充分填充在管道里。再次,通过优化真空灌浆工艺及浆体,不仅可以确保灌浆工艺的饱满度,还可以消除路面的裂隙、满足水泥混凝土路面的强度需求。最后,真空灌浆技术具

有连续性及快捷性，可以缩短灌浆时间，提高公路工程的灌浆施工效率。

2 真空灌浆技术应用在公路工程施工中的流程

如图一所示，真空灌浆技术的应用包括准备阶段、搅拌水泥浆阶段和灌浆阶段。



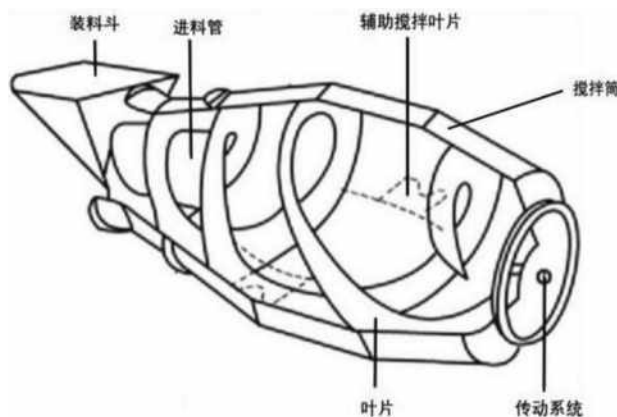
图一 真空灌浆技术应用在公路工程施工中的流程图

2.1 准备阶段

在施工准备阶段需要做好充足的准备工作，避免出现现漏，延误工程的进度。准备工作大概可以划分为六个步骤。第一，按施工计划用量的标准准备好灌浆材料。相关负责人需要核实材料数量是否充足，还要核实材料的种类是否齐全，保证所用材料符合工程标准。第二，检查灌浆设备的状况是否正常、确保水电能够正常供应。与此同时，相关负责人还需要按照配比度准备合适、足量的浆体材料，备好减水溶剂以及连接组装好灌浆所需的各部件设备。第三，确保关闭灌浆阀门以及排气阀门，为抽真空作准备。第四，检查抽真空装置是否正常，确保真空灌浆机能够持续运转。如查验抽真空作业前的管内真空度符合施工要求、排除真空压力计故障，确定无故障后便可以开启真空泵，进入抽真空流程。第五，在抽真空过程中，时刻观察管内真空度是否达到预定压强，期间需要停止抽空约一分钟；再次观察压力计，若压力值有明显变动便可继续抽真空操作，若压力值无明显变动，则应停止真空操作。第六，当完成抽真空流程后，需要检查孔道是否处于真空状态，确保灌浆技术能够顺利进行^[1]。

2.2 搅拌水泥浆阶段

符合标准的水泥浆是灌浆作业的必备条件，所以搅拌水泥浆时需严格把控工作流程、控制水泥浆的质量。搅拌水泥浆可分为三步骤。第一步，选用合格的水泥搅拌机。选择合适的搅拌机后，需要认真检查机器的状态，确保机器能够正常使用。在施工前还要适当处理搅拌机（图二所示搅拌罐结构图）。往搅拌机加水，接着空转几分钟，可以使搅拌内壁充分湿润，然后需要将里面的积水处理干净。第二步，严格按照配方比例称量水泥浆所需的材料，如粉煤灰、水泥、还有膨胀水泥等。如图三所示，材料配比的误差不能超过规定值。在此需要注意，此时的用水量不包括用于溶化减水剂的部分^[2]。称量好所需材料后，再将其投入搅拌机，开启机器搅拌2min



图二 搅拌罐结构图

后，往搅拌机投入减少剂，再开启设备搅拌3min后便可出料，此时应及时进行泵送。第三步，水泥浆的泵送。卸料时，为了防止混凝土凝固和混凝土分层，而且可以让混凝土混合得更均匀，搅拌机需要不停地搅拌，直至水泥浆全部卸完。

材料名称	普硅水泥425号	水	减水剂
允许误差不大于(%)	1	1	1

图三 材料配比的误差不能超过规定值

此外，想要保证水泥浆的质量，必须把控搅拌水泥浆时水的使用量。若出现多余的水，要尽数泌出，否则将使管道顶部出现空隙。为了防止泥浆沉积而影响灌浆进度，在整个灌浆过程中，要一直维持水泥浆处于良好的流动状态。对于没有及时使用的泥浆，其流动性会下降，此时应根据实际情况，采取合适的解决方法，切忌往泥浆里加水。因为混凝土拌合物是各种特殊材料按精准的比例组成的，若往混凝土拌合物中随意加水，易造成混凝土离析、泌水，不仅破坏混凝土的坍落度，还会影响混凝土的和易性^[3]。在进行泵送时很可能堵泵，影响灌浆质量。此外，含水量过多的混凝土浇筑后，容易产生不均匀沉降，影响混凝土钢筋保护层的强度，使混凝土表面顺钢筋方向产生裂缝。

2.3 真空灌浆阶段

在水泥浆搅拌好后，应及时进行灌浆作业。在灌浆作业时，首先将准备好的水泥浆灌入灌浆泵中。此时，灌浆泵中的高压橡胶管处于高压状态，借助高压的作用，浆体得以顺利打入指定位置。这种在高压作用下的灌浆方式，泥浆变得更加密实，可以增强混凝土的抗裂性能及防渗水性能，使其结构更加稳固。然后，仔细观察灌浆泵打出的浆体，若其浓度与灌浆泵中的浆体浓度接近时，需要关掉灌浆泵并且开启真空泵。与此同时，应留意真空泵内的空气压强，当压强值上升到指定的范围时，再关闭真空泵并打开灌浆泵的阀门，如此浆体便能够通

过空气的滤清器,此时便可开启排气阀。在灌浆过程应观察排气管中的出浆状况,并使其稠度保持适中^[4]。

2.4 公路工程施工中应用真空灌浆技术时的浆体配比

真空灌浆使用的浆体配比需符合相关标准。由于技术条件上的不足,目前应用真空灌浆技术时需要凭借特殊的灌浆材料。由于水泥浆在收缩的时候,导致孔道出现大量空隙,特殊材料可以减少这些空隙,并且排除孔道内绝大部分的空气,所以特殊材料对灌浆技术起着决定性的作用。要使特殊材料充分发挥性能,就要设计合适的水泥浆水灰比。在真空灌浆技术中所使用的水泥浆,其水灰比是比较低的,因为低水灰的浆液比能够优化水泥浆,起到增强水泥浆的密实度的作用,从而提升加固层的强度、增强加固层的耐久性。

3 真空灌浆技术应用时要注意的问题

3.1 灌浆技术应用时要考虑气温问题

板底灌浆时需要在比较低的气温和较为干燥的环境里进行。灌浆技术施工的最佳温度在5~30℃间,灌浆技术施工应避免在降雨期间或者雨后几天进行;若施工期间遭遇降雨,则应立即停止灌浆。至于停工后何时复工,则应综合考虑施工的环境是否适宜,如脱空板底有积水则需要排除积水。在施工期间有时某些孔位会出现浆液不容易灌入的情况,解决的方法是采用泵向孔内注射少量水或者喷射空气,使孔道内形成小空腔。当空腔与脱空位置连通时,浆液便可以顺利灌入,完成初始分布。此外,在灌浆时要时刻关注压力计的数值,当压力值上升异常超出控制值时,很可能对板体带来不良影响,加上过高的压力有一定的危险性,可能引发灌浆栓塞拔起,发生伤人事故,所以压力值超出控制值需立刻停止灌浆。灌浆时,当发现浆液在孔与孔之间流动或者浆液沿着接缝溢出且不再延伸时,则表示孔内浆已灌满。灌浆时还可能出现在大量浆液从相邻孔道涌出的情况,此时需要关闭相邻孔道灌浆栓塞上的阀门,同时还要静压一段时间,这样做的好处在于可以避免压力损失过大,还可以保证孔内的空隙被浆液填充密实。

3.2 在灌浆后需要注意的事项

当灌浆后,必须在砂浆最后凝固阶段,清除接缝或者裂缝中的残渣。如此一来可以避免板块互相推挤引起断裂。同时应及时清理路面的砂浆,以免污染路面周边环境。

3.3 灌浆时要注意的问题

首先,灌浆时的顺序应该是先下后上,如果在冲洗孔道时有串孔现象,需要同时把两个孔压住。其次,放置真空泵时要注意的事项。

放置真空泵时,其位置要比所有管道都要低,开启真空泵时,需要优先打开对连接真空泵的水阀,再开启

真空泵;若要关闭真空泵,也是先关水阀,后关真空泵。再次,面对多条孔道灌浆作业时,要求一次性灌浆完毕;有时候会因为某些故障而中止灌浆操作,如果中止的时长在20min以上,不宜保留原来孔内的水泥浆,必须使用清水将其全部冲洗后再重新进行灌浆。最后,在真空灌浆全程注意安全施工,工人应配备防护设备。尤其在真空灌浆时,应佩戴护目镜,以免灰浆喷射而出,伤害灌浆工人的眼睛。

4 真空灌浆技术的技术指标

传统的压浆术保持在0.~1.9Mpa的压力下,把混合物浆体压往预应力孔道。由于压浆施工在的浆体是比较稀薄的,在工程施工中比较容易发生混合浆料离析、泌水和干硬性收缩的问题。析水与收缩等事件发生,孔道内预应力钢筋线和结构的强度会达不到要求,留有安全隐患。

4.1 真空灌浆技术的真空灌浆孔道

真空灌浆技术的真空灌浆孔道,一般由质量较高的波纹管形成。波纹管之间的接头则统一采用材料相同的专业连接管。而处于波纹管与锚垫板间的连接部分则采用专用的连接头,确保管道能够密封,可以形成真空。

4.2 真空灌浆浆体材料

真空灌浆需要采用真空灌浆剂配制而成的特殊水泥浆。水泥的强度要求是不低于42.5Mpa的硅酸盐水泥,水泥浆里的水的质量要求比较高,采用了专门的引用水;至于外加剂,包括超塑剂与阻滞剂。

4.3 真空灌浆技术的水泥搅拌机

目前,水泥搅拌机有多个品牌,也有多种类型满足不同场合使用需求。根据不同的搅拌方式,可以将水泥搅拌机分为多种类型,有立轴行星式搅拌机,此搅拌机属于通用型设备;也有对流式行星搅拌机,属于混合型设备,还有重载行星式搅拌机,属于专用型设备,可根据工程项目的特点或者施工需求,选择具体的搅拌机类型。

5 结束语

综上所述,公路工程灌浆工序在公路工程施工建设占据着重要的地位,灌浆的质量直接决定了公路工程的质量。随着现代科学技术不断发展,真空灌浆技术将越来越成熟,人们将会研发更多先进的技术为公路建设服务。

参考文献:

- [1]王贵生.真空灌浆施工技术在公路工程中的应用[J].中国科技纵横,2019,000(007):121-122.
- [2]孔维利,窦旭东.真空灌浆施工技术在公路工程中的应用[J].2020.
- [3]吴燕.真空灌浆施工技术在公路工程中的应用[J].技术与市场,2019.
- [4]王贵生.真空灌浆施工技术在公路工程中的应用[J].中国科技纵横,2019.