

# 隧道工程二次衬砌施工质量管理与控制探析

俞 清

龙泉市交通运输发展中心 浙江 丽水 323700

**摘 要:** 随着国家高速公路工程的不断开发,隧道的实施项目也越来越多。它的形成不仅极大地减少了汽车在山体上的行驶里程,同时还可以防止山区路面的各类地质病害,如滑坡、崩塌等。隧道建设的质量也影响到了整个道路交通工作的顺利开展。将隧洞的施工质量管理搞好,是我国建筑施工中首先要解决的根本性问题。而我们今天所要研究的,正是怎样把隧洞建筑中的二次衬砌工程质量管理搞好。

**关键词:** 隧道施工;二次衬砌;质量管理;控制

## 1 二次衬砌的相关简介

### 1.1 二次衬砌的定义

近些年来,随着我国隧道施工的蓬勃发展,在隧道项目的实施工程中对基础施工要求已格外严苛,而二次衬砌技术在隧道实施中的运用则有助于强化支护,进而增加了隧道的实际运用时间。与初期支护共同形成的复合型模筑衬砌形式,或在隧洞施工中对初期支护的侧面施做的模筑混凝土衬砌形式,也就是俗称的二次模筑衬砌形式。我们也可以说,它主要是为达到加强防护、美化隧洞外观的目的,为了达到便于安装控制、通信、灯光等设备的效果,因此能够满足现代化高速路面隧道施工的需要,而在对隧道已经完成初期保护的基本情况之上采用了钢筋等材质建造的另一种内层衬砌。其在隧洞开挖中得到广泛应用的主要前提是开挖时必须确定的中线、标高和截面大小可以达到工程设计要求,隧洞内部通气良好,各测试项目的位移速率明显收敛,围岩基本稳定,隧道的初期支护工作已达到了验收标准并已经验收合格。

### 1.2 二次衬砌施工的原则

二次衬砌法是有一定储备的一项施工技能,其在目前进展速度很快的建筑施工中一般都是以现代支护思想和新奥法思想为实施基础的<sup>[1]</sup>。在隧洞的开始处用围岩和围岩再加支护而成稳定体之后,也就是说,此时的隧洞结构已开始初步成型,所以二次衬砌的做法即为顺作法。所谓的顺作法就是建筑中采用从下到上,前墙后拱的顺序来完成的灌注。

总的来说,在隧道施工中所应用的二次衬砌技术所应当遵循的最主要施工原则,便是“仰拱超前、拱墙整体衬砌”。仰拱是隧洞设计的主要构件之一,是为提高上部支撑的承载力要求而安装于隧洞下方的一个反向拱形构件,它的出现可以保护和提高设计安全性。在隧洞

工程建设中的仰拱超前式、拱墙整体衬砌式,主要是在隧洞施工的初期支护工作完成后,将仰拱尽量地以跟随最大开挖面的速度进行整体浇筑,在仰拱浇筑工作结束后,再通过液压式的整体衬砌站台门进行二次衬砌,最后再进行拱墙的整体浇筑施工。

### 1.3 二次衬砌的施工要求

二次衬砌在隧洞施工中所承担的作用对于整个施工来说也举足轻重,它在施工时的工艺特点大致包括这样几部分。一是二次衬砌的隧道施工中主要采用砼的构件,所以浇筑后需要砼构件外表平滑、结构紧密、具有结构质量和保温性能等方面的特点满足整体施工的需要。二是在混凝土施工中,必须严格控制所要求的混凝土、骨料、浇筑用水、掺和剂等对原材料的要求和使用量。三是,二次衬砌的浇筑次序应当严格遵循仰拱的前性,拱墙整体施工的次序。四是由于隧道施工的工程量浩大,为了保证施工速度和施工质量,对混凝土的拌和、输送、浇注应当选择比较机械化的作业线。

## 2 隧道施工二次衬砌各工序的简介及其质量控制要点分析

### 2.1 施工前的准备工作及其质量控制要点

俗话说没有规矩就不成方圆,隧道施工也亦然。二次衬砌在隧洞建设中的运用其最基础也是第一步的环节就是开挖之前的准备施工。二次衬砌开挖时,必须要对工程建设规划、物资储存、工程质量安全保障方案、紧急预案等制订出一个完善的计划。之后便要求设计单位严格根据设计方案做好每一个准备项目的审核、监控。准备工程中最关键的一步就是要作好进入现场的原材料的品质管理,如此一来就能把所有风险都扼杀于摇篮之中<sup>[2]</sup>。

开工时的准备工作任务繁琐而又意义重大,所以应该说,由于开工之前的准备工作在整个隧道开工的过程中的作用也十分重要,所以,在此阶段中的质量管理要

点也就变得特别关键。下面就是二次衬砌浇筑之前的准备工程中的工艺管理要点介绍：

一是与此次工程施工有关的各种建筑物资的准备工作。二次衬砌的实施要取得质量，其工程要有取得预期的目标便必须避免光靠口号而严重没有把实施策略、原则等贯彻于实际行动当中的意识。

二是对施工中所需原材料的质量控制问题。任何流入现场的原材料，都应该确保其防水性、耐久性、规格等均能达到使用要求。因此，构成水泥的砂石、碎岩、水泥、减水剂等原材料，都必须经检测合格后方可使用在建筑中的，而这些防水材料也只有达到了外观、防水性能的要求以后，方可确定其在使用中是否出现安全隐患。

三是二次衬砌的建设中的工程质量管理要求。初期支护的施工，由具有合格能力的测量机构验收后可实施二次衬砌。首先，使用了激光断面仪对初期支护的截面进行了测量，侵入衬砌的围岩必须进行处理，保证衬砌厚度。其次便是对隧道洞身的初期支护的拱部与边墙进行空洞检查，超挖回填使用同级砼，以保证工程不致妨碍二次模筑衬砌的施工进度和工期时间。再者，严格控制了喷射混凝土量，喷洒时表面应干净，喷洒后的支护要与围岩牢固连接，粘结紧密。这一点，有力的保障了二次衬砌施工过程的安全性。

四是混凝土的施工、使用、灌筑等方面的质量管理要求。衬砌砼应由洞外自动计量站生产，拌和过程中严格控制搅拌时间，以保证达到设计标准，砼运输车运到工作面后，由砼输送泵将泵送入模，砼在灌筑过程中，必须在砼台上面有工作窗，在内部安设附着的砼振捣器，在浇注工程中依靠插入式砼振捣器的附着振捣机具和运输泵作用使混凝土更密实，浇注砼要严格按照标准进行，尤其是封顶混凝土，由内向外端模方向浇注，并排出压缩空气，以确保拱顶浇注严密，在拱顶处设置注浆压力管道，长度为五米左右，待二次模筑衬砌厚度完成设计之后，再进行挤压将砼土方回填，以确保拱顶砼浇注紧密。

### 2.2 仰拱混凝土的施工及其质量控制要点

仰拱混凝土的浇筑者必须在仰拱结构施工后立即完成砼的浇注，继而使整个结构得以及时的闭合成环。仰拱砼的浇筑在隧洞开挖时具有调节二次衬砌应力的功能，并有助于增加隧洞支撑构件的总体强度。

此阶段中的工程质量管理重点主要包括如下几方面：一是砼浇注前保证浇注面上没有垃圾以及其它无关物质的产生。二是选用低塌落率的水泥加以浇注并使其

捣固紧密。三是为仰拱混凝土施工时隔适当长度设计的伸缩缝，为了避免仰拱混凝土收缩裂缝，以便更理想的把仰拱轴力传导出来，必须选用合适的技术，来完成模筑衬砌钢筋和仰拱混凝土之间的施工缝的开挖。四是将为方便检测和掌握仰拱断面大小而采用的灌注式仰拱二次模筑衬砌混凝土后，在每间隔2m的仰拱上做仰拱大样的样板。五是严格控制仰拱强度，以确定其强度在合理范围内。

### 2.3 二次衬砌混凝土的施工及其质量控制要点

二次衬砌可以认为是隧洞支护施工中的最后一个步骤，也是最重要的一个步骤，其砼浇筑质量的优劣直接决定了整个隧洞施工的效率 and 安全性。所以，在其浇筑时必须要根据设计图来确定模板、防水工程模板、砼尺寸等，是否能够满足当初的设计预期<sup>[3]</sup>。在现今的二次模筑衬砌混凝土浇筑过程中主要采用模板台车方式完成，因此二次模筑衬砌砼的浇筑技术要求能够确保隧道内模筑衬砌的实外美观，并且模筑衬砌等值线色泽平整、漂亮。首先，在钢筋施工前，要对砼台车进行自检，重点检查衬砌台车的强度、刚度与平整度（钢板厚度要求不小于8mm），确保灌注砼时不产生跑模、移位，偏移，确保其所有运行参数均能够达到施工要求，并对砼直径、预埋件和防排水等位置进行重新检测，确保浇注的合理性。其次，混凝土施工时保证原水泥上没有其他杂质并保持适当的湿润。再者，浇筑时检查砼台车的挡头板是否已封闭牢固，止水带的部位是否适当，长度是否正确，不然就有容易造成二次衬砌砼浇灌过程中因砼受压而产生爆模或者产生渗漏问题。

### 2.4 防排水结构的施工及其质量控制要点

防排水道系统的施工，其最主要目的就是能够提高隧道施工整个过程的防渗抗漏能力，而且还能够提高施工的经济合理性而又不留其它后患。在此方案中的措施，其最主要的原理就是防、排、堵、截四者的融合，因地制宜。首先，在消防排水系统的设计中，要想保证其施工效率就必须在二次衬砌、边墙、仰拱钢筋的抗渗级别能够不小于八级，因此仰拱钢筋浇筑时应采用防水钢筋。其次，在隧道外拱墙环向施工缝中增设中埋式橡胶止水带，在纵向施工缝中增设中埋式止水带。再者，在二次衬砌式拱的设计中，还必须在每隔3-5m的高度上便设置了一个填注浆的入口，以方便在混凝土满足设计图纸强度时完成充填灌浆。

## 3 公路隧道施工质量管理的相关措施

### 3.1 相关质量管理体系的完善

施工单位建立科学的隧道工程建设管理制度，是安

全、快捷的进行工程的关键保障。把控制变形作为质量控制的首要目标,同时以仰拱和二次衬砌紧跟作为相关重要措施,以加强对隧道施工过程的全方位综合施工监督和管理<sup>[4]</sup>。

### 3.2 相关技术性措施

施工单位应当建立以项目总工程师为首的施工技术管理系统,同时要配备有下设的隧道工区来具体负责项目的技术管理工作。技术施工人员要严格按照技术管理措施进行施工,施工中严格按照ISO9000的系列标准,落实岗位责任制。对不同的施工步骤和程序要制定详尽的施工工艺流程和具体操作细则,分工负责和管理,重要施工环节要配备有经验丰富的技术工人,从而保证对施工过程中出现的问题能及时地得到处理和解决。

3.3 施工材料的质量控制施工材料的质量控制主要包括两个大的方面:

#### ① 原材料的采购

公路隧道的施工前必须进行对原材料的招标活动,以便挑选技术质量好、产品质量信誉良好的企业作为价格待定的原材料供应方,同时在施工之前还必须要求招标的企业提前进行了取样测试,如测量结果正常良好,就可以确认为原材料的供应方,但原料的供货必须稳定,且不得延长供应时间。

#### ② 材料的运输和堆放管理

在物料的存放上,各种大小的砂石必须进行分开存放,并应配置分隔器具把各种物料加以分隔。另外,要实行分级存放,这么做法的优点是能够避免大小各种颗粒的混杂。施工单位一旦选定了相对干燥的地点,那就必须设置水泥仓库,并进行下水道、防潮层和通风措施的建设等。但当混凝土到货时,必须注明混凝土的类型、尺寸、出厂日期等,为防止混凝土后出现质量的问题,所以必须进行分开存放。

### 3.4 公路隧道施工中各个环节的质量控制

①施工前的测量工作,进行适当的地质调查和有关地貌的考察也是必不可少的重要环节,因此施工单位在开工前就应该作出详细、合理、正确的与当地地貌相匹配的施工计划,并且在地道洞的施工前,也要按照一定规范的程序里对施工前监控网进行反复的检查。②用科学的开挖方法使隧洞的质量得到改善开挖时的规整度和断面尺寸以及超欠开挖深度是影响隧洞施工效率的两个因素。隧道施工段的长度尺寸应符合工程建设的特点,要采用测量和实际施工的方法,留足预留变形率和支撑

沉落率这二种数据。同时还必须按照围岩的形式选用断面的施工技术和方法,通常使用的施工技术是钻爆法和预裂爆破,稍硬的采用钻爆法,发软的则采用预裂爆破的技术。③关于隧洞支护的质量控制.隧洞施工后进行有效的保护是新奥法技术的主要内容,这样做可以控制围岩的变化同时降低压力、充分发挥其承受的功能。当前,中国的高速公路隧道建设较常使用锚喷支护<sup>[5]</sup>。喷大板法也是通过喷射混凝土的方法检测混凝土试块的常见方式,该种做法通常是直接从支护上凿起坷拉,然后再加工出十厘米见方的垂直变形,紧接着再开展电抗方面的测试。④关于隧道防水设施的质量控制.隧道施工中制定科学的防水措施是科学施工必不可少的要求。常用的方式一般是引流堵漏方式,这个方式对于一些因为滴水造成的裂缝有很好的解决作用。针对一些建筑工程中存在严重渗漏的地方,施工单位可运用注浆堵漏方法。⑤关于隧道衬砌质量的控制二次衬砌产生裂缝是施工中常见的现象,问题的产生是由于围岩松动等原因。裂纹的检测通常使用塞尺或刻度放大镜,通过检测裂纹的深浅和宽窄,施工单位要针对问题采取相应的解决方法。

### 3.5 加强施工现场的监管工作

加强施工现场的质量管理是保证施工质量的重要环节是重中之重。隧道施工的从业人员必须清楚自身的施工职责,确定施工的质量标准。

### 结语

综上所述,高速公路隧道施工的建设管理工作是一个相当复杂的工程,而身为施工管理者,首先便应清楚隧道施工的主要特点,也包括对施工中问题的一般解决办法,最后便要根据工程建设的不同时期进行工程质量控制措施,并做好对施工现场的管理,唯有如此才能从总体上提高隧道工程建设的效率。

### 参考文献

- [1]孙春雷.铁路隧道二次衬砌施工技术及常见问题处理方法分析[J].建筑技术开发,2018,45(24):83-84.
- [2]王劲,葛群,姚琦,陈伟伟.浅论公路隧道施工质量管理[J].西部探矿工程,2009.
- [3]周祥鑫.探讨公路隧道施工质量的有效控制[J].四川建材,2011,02
- [4]程崇国.公路隧道施工质量问题与控制探讨[J].公路交通技术,2008,12
- [5]宋立岩.隧道施工二次衬砌质量控制要点[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2012(07)