

隧道动态设计特点及设计方法探讨

曹文文

河南省交通规划设计研究院股份有限公司 河南 郑州 450000

摘要:当前,我国已经成了当今世界上隧道工程数量最大、最多和难度最大的大国,它不但表现在隧洞直径、埋深和截面体积的扩大上,同时施工难度和技术领域都到达了全新的层次。但从工程的实践中可以看出,动态设计与信息化施工没有充分紧密的结合。隧道施工的强化动态施工和信息化施工可以有效保证施工品质和施工质量,从而减少了各种施工问题,提高隧道项目的建设价值和技术经济效益。随着隧道施工经验与施工方法的提高,隧道动态施工技术将会获得越来越多的运用。

关键词:隧道工程;动态设计;设计方法探讨



1 隧道工程的动态设计

隧道工程,是指利用在不同地质条件中的地下隧道或地下空洞建造的工程,而隧道工程通常被认为是施工行业难度最高和风险系数最强,同时又是世界最大造价最高的工程。其主要成因就是隧道工程项目的修建,往往由于勘察手段滞后和前期资金投入不够,加上周边地理条件和各种因素的共同作用,地质勘查手段也不够健全,往往因为无法准确掌握工程所在区域的地质条件状况,给隧道工程项目的成功实施带来了风险。此外,由于目前的隧道施工方式还不够完善,施工方法还是采取规划与施工类比的方式,但是传统的建筑施工方式已不能适应不断推进的经济社会发展的需要,这就需要人们不得不在原有的建筑施工方法上进行创新和改变。所谓动态设计便是将产品设计分为二个阶段来进行。第一阶段也叫做预先设计阶段,是在隧道工程施工的预备阶段进行,并对隧道施工情况加以引导,与传统工程设计阶段相比采用了工程类比的方式,因为在现场,人们对某些施工情况的认识更为模糊;第二阶段为设计调整过程,指在工程施工过程中,通过对在第一阶段工程设计中存在的有问题的施工情况,以及在工程实施过程中出

现的不助于施工工作顺利进行的地质现象,加以研究和调整。针对所属的施工区域,选择有针对性的施工方法与监督措施,从而有效的制定施工安全措施,减少不利因素的干扰,从而进行施工管理的整个流程^[1]。信息化的技术,通过将现代最先进的技术手段运用于隧道项目的工程建设各个环节之中,极大的提升了工程的质量,信息化施工和动态工程设计是一种辩证的结合系统,两者的相互促进。具体过程为:预方案—开工试验—地质判别—调查资料—修正方案—开工试验。

2 隧道施工实施动态设计的必要性及特征

目前,随着科技的不断创新和研发,“新奥法”作为隧道工程的施工新技术,在隧道工程设计中已被广泛应用。新奥法隧道工程施工方法的设计原则,是基于对工程中地质环境的前期钻探调查所取得的数据材料,并采用设计类比方法进行的工程设计。随着隧洞工程地质环境状况的复杂化与不确定性,在隧洞开挖工程中经常会出现岩石断层、裂隙带、瓦斯保护聚集、风化层严重等不同的特殊性地貌情况,现代的技术环境下,地质勘探方法不能够全面准确的表现出隧道地质的变动状态,所以,为了适应隧洞建设中遇到的实际工况条件,应当作出针对性的、适当的动态研究^[2]。动态设计,指在动态设计中根据具体任务的实际复杂变动状态,而进行的改变式设计。隧道的动态方案是在原设计方案的基础上,对衬砌构造作出了合理性调整,从而满足更为实际的地质围岩条件。数据动态分析政府决策机构负责收集在隧道建设活动中所进行的各种地质活动拟的预测、跟踪量测数据,包括实时地质变化的各种相关统计数据信息,进行数据分析与比对控制。针对现场地质的状况,对隧洞施工的基础方法、断面施工方法、爆破参数和保护方法等作出了适当的改变,以提高隧洞施工的安全与可靠

性,之后又根据我国现有标准条件,督促原建设部门针对项目原设计方案作出调整,并经项目主管部门核实,各部门在执行过程中,将根据调整后的设计方案,再次获取有关信息实施循环式反馈、调整或更新项目的动态管理机制,直到项目结束正常运行。

3 隧道工程动态设计的主要内容

动态设计方法并不排斥以往的各种力学计算、模型试验及经验类比等的设计方法,而是最大限度地把它们包容在自己的决策支持系统中去,发挥了方法独特的优点。动态工程设计技术指将监测技术、力学设计、数据分析和经济判断技术融合于一体的隧道设计技术。动态工程的主要工作涉及施工计算、测量数据以及通过信息反馈、改变或调节工程设计参数与实施技术的三个领域。现场量测包括选择来量工程、量测措施、来量技术和检查点设置等工作。定性反馈,是指通过对工程设计实践经验进行概念上的推导而得出的若干标准,或通过利用其量测数据与上述标准的对比,来反映于实际工程的实施。定量反馈有两种形式:一种是直接以测试数据作为计算参数进行反馈计算另一个方法就是利用通过量测实验数据反算出的传统计算方法中的计算参数,最后再根据一般的计算方法进行反馈分析,即所谓反分析法^[3]。修正或调整工程设计数据的施工技术,是指通过对施工中水文地质数据、量测等相应的结果和对施工中其它数据的综合研究,得出对支护体系设计参数调整,或者施工方案的变化,从而产生出新的工程设计结论。

4 隧道工程动态设计建议

4.1 建立综合、整体评价体系

目前隧道等地下建筑还有很多课题值得探索,其宗旨是把地下工程的复杂性简单化。为了达到这一要求,工程、测量、建筑科技的开发需要走上信息化动态反馈的路线。隧道工程与地下建筑研究主要是在为了最优设计的实现,而开展安全性、经济性、使用性能等方面的研究,并把研究成果转换为设计工程规划、支护结构设计、工程施工设计等工作^[4]。因此,要形成对工程项目的建设质量与效率的全面、综合考核体系。鼓励工程设计机构开展动态研究,推动建筑设计与施工单位一体化,降低问题成本,提升建设质量与效率,促进新技术、新材料、新装备和新工艺的推广应用。

4.2 考虑施工需求

隧道设计方一般会充分考虑施工者的各种需求,但是因为施工制度和工程要求等各种因素作用下,施工要求往往无法列入隧道施工文件之中,所以设计方一般不接受。这也使得隧道施工的方案设计和实施非常容易

出现脱节。因此,必须深入分析隧道施工的具体要求,并选择最优的施工方法。同时,也要把信息反馈技术融入隧道设计中,根据设计误差情况,对预留工程量做出调整;根据设计的要求,对工期安排作出变更等^[5]。并把这些临时项目列入信息反馈系统,向隧道设计方报送完整资料。

4.3 强化动态设计与信息化施工流程

动态工程与信息化设计是一种辩证的整体系统,二者紧密联系,相互促进。基本指导思想是以预设计为依据,通过对地质环境状况、地质环境、变形状态等的检测,判断是否达到安全状态,以反馈数据引导工程的实施,改进工艺或改进工艺。开展移动工程与信息化建设,一方面需要建设方形成相应的动态设计系统,另一方面需要施工方准确、全面地反映相关数据,保证项目安全顺利的实施。

目前在我国设计部门研究隧洞问题时,通常在严格套用标准的基础上,仍采用了通过大地增加工程安全系数的手段,以填补对隧洞受力和变形原理认识的欠缺,这也导致了隧洞费用普遍过高的问题。目前国内的科研单位已经对隧道的的设计受力进行了平面有限元分析,并考虑了国家信息化建设和实施中的总体要求,包括了优化措施和技术、现场检测和信息反馈等手段比较少见。因此对于隧道结构稳定性状况、承载力情况和开挖技术的影响还需要深入研究。由于隧道建设是一个高度隐蔽化的过程,隧道施工问题的发生,也有很多原因都是由于隧道中穿越的环境突然发生变化,而一旦通过了信息化设计和实施,那么许多的施工问题也就能够解决。

4.4 管理机制上促进设计和施工一体化

针对隧洞施工特色,可借鉴工业化方式,使设计与施工一体化或使设计、施工整合,从而形成合力共同完成了隧洞建设这个工程。项目方不仅注重在产品与构造上,还在项目执行上,从技术与工艺等领域进行整体指导,而施工方也不仅注重在项目执行中,还延伸在产品设计上,充分掌握项目现状,在项目实现的高度进行产品设计,注重产品性价比与投资效果。如进行设计与施工的发包,由业主把工程的设计与施工单位合在一起发包,把工程设计与施工方捆绑在一起,各自的效益与损失统一,从而促使工程设计与施工结合在一起,在方法与技巧方面彼此配合,理论与实际良好的融合,共同对抗隧洞危机,并良好的顺利完成工作任务^[1]。

5 隧道工程设计方法探讨

5.1 经验类比设计法

经验对比技术法简称工程对比技术,因为地下工程

的基本特征是围岩地质条件复杂,要获得精确的基本地质、围岩数据和工程荷载数据等资料非常麻烦,同时许多施工方法的运行原理复杂,如锚喷支护技术等,因此当前对其探讨还不够成熟,其数学基础不甚完善。所以,在比较漫长的发展阶段中,经济判断对地下工程建设仍将产生重要影响。目前,在实际地下工程的保护工程设计中通常使用工程类比方法,我国的锚喷支护设计规范中就明确规定,锚喷支护工程设计要以工程类比方法为主^[2]。目前的工程类比方案通常都是一个零点五定量的方案,即仅提供支护参考范围,要通过大量的工程实践进行正确评估,不能单纯的以安全保障为目的选用最大位,去了类比设计提供的一定程度的功能,导致巨大的损失。

5.2 理论设计方法

由于工程类比方法简单易行,只要地质环境相符,其工程准确性就较好。但毕竟各种地下工程方法都有其不同的特点,如围岩地质情况也不可能一致,所以工程类比方法的不足之处是很明显的^[3]。目前,在中国的地下工程中即便采取了工程类比方法,也需要进行大量科学试验,而对于没有实践可以借鉴的大跨度地下建筑,以及洞群等复杂的地下工程中,既需要进行理论研究也需要开展专门的试验研究。

理论设计法是以地下构造的模型为技术前提,依据地质情况确定围岩压力值,求出地下构造的内力,核算截面参数并绘制设计图。主要设计过程是:研究工程地质环境,对拟建项目进行围岩设计评价,确定结构设计模型,最终确定建筑散射截面尺度,确定建筑接受到的建筑区域荷载,建筑内部强度设计,截面配筋设计,建筑性能试验和安全评估,编制结构设计图^[4]。

5.3 信息化设计(动态设计)方法

因为现场的环境情况复杂多变,基本资料欠缺,所以地下工程建设中不管使用科学统计法或者技术类比方法,按照目前的技术,都不能够得出非常精确的结果。再者,受到时间、资金、测量方法等各种因素的影响,在施工中是否能够对地质资料对于施工中可能出现的现

象了解得十分清楚,还需要利用施工后新发现的地质情况,对花园岩层作出再了解和再判断,但所有这些情况,将严重制约初步设计与施工方案的准确性^[5]。

与一般地面项目法相比,在地下工程的动态工程法中,在勘测、设计、实施等诸阶段间存在着交错、重复、变化的情况。在前期地质研究和计算资料的基础上,可以采用试验方法或通过理论分析方法进行预测,并在最后阶段确定了支护参数。之后再按照原预设计划进行实施,另外,还需要在实施工程中开展跟踪测量、超前预测等工作,对量测数据进行科学统计分析,从而获取有关围岩性能和支护体系力学特性以及施工性能方面的关键数据,后又根据国外相关标准与经验,对原预设设计的有关支护参数和设计方法做出了改变,即进行重新方案设计、再进行再量测、再反馈,直至形成了一种长期稳固的地下结构系统。

结语

在隧道实施设计中,采用超前地质预测和对围岩与支架体系的跟踪测量,及时将掌握的数据资料传递到工程设计中是十分必要的一种手段。隧洞动态设计是隧洞工程设计、施工的主要方法,可确保隧洞施工安全和获得良好的效益。随着隧洞施工经验和施工科学技术的完善,隧洞动态设计将会获得越来越广泛的应用。

参考文献

- [1]张良.隧道工程动态设计及信息化施工研究[J].交通世界.2019(06):117-118.
- [2]陈庆,李茹,王春艳等.地下工程动态设计方法分析[J].工业建筑,2013,43(S1):585-587.
- [3]徐加民.隧道工程的动态设计与信息化施工研究[J].地下工程与隧道.2015(09):17-19.
- [4]张治宝.动态设计在拉卜楞特长隧道中的应用[J].公路交通科技(应用技术版).2019,15(08):221-223+274.
- [5]王明卓.“双碳”目标下城市山岭隧道设计研究与实例[J].现代隧道技术,2022,59(S1):763-768.”
- [6]杨刚.大洞山隧道动态设计施工及合理性分析[J].现代交通技术,2022,19(02):65-72.