

隧道新奥法及其量测技术

李晓红 著



科学出版社

隧道新奥法及其量测技术

李晓红 著

科学出版社

2002

内 容 简 介

本书是在作者多年来从事隧道信息化施工技术应用与监控量测的科研项目所取得的经验和研究成果的基础上撰写而成。

本书除对公路隧道新奥法设计、隧道初期支护、隧道围岩变形作了介绍外,还对隧道内目测观察、内空收敛位移、地表下沉、围岩内变形等量测,锚杆抗拔力、锚杆轴向力、钢架荷载、喷层应力与二次衬砌应力等的测定,以及量测数据处理和利用回归分析结果修改设计、指导施工等问题进行了全面介绍,并对声波监测技术、超前探测技术在隧道及施工中的应用进行了论述。本书内容全面、系统,强调实用性和可操作性。

本书可供从事隧道及其他地下工程的工程技术人员和高等院校有关专业的师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

隧道新奥法及其量测技术/李晓红著. -北京:科学出版社,2001

ISBN 7-03-009918-4

I. 隧… II. 李… III. ①隧道工程-新奥法施工②隧道测量 N. U45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 084409 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年1月第一版 开本:720×1000 B5

2002年1月第一次印刷 印张:13

印数:1—2 500

字数:254 000

定价:32.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

随着我国交通事业的迅速发展,公路、铁路隧道工程日益增多,尤其是许多高等级公路采用隧道方案不仅改善了线形、缩短了里程,同时也为国家节约了大量基建投资。在一定的条件下,选择隧道方案的优越性越来越多地为道路建设者和设计者所公认。但是隧道工程建设目前还存在一些问题尚待研究解决,诸如在施工过程中经常出现坍塌,有时也有突水、涌砂现象,以及隧道建成后出现渗漏甚至危险变形等工程质量问题。为了全面提高隧道工程质量,加强施工期间隧道监控量测,近年来作者在从事成渝高速公路中梁山隧道、缙云山隧道,广渝高速公路华蓥山隧道以及渝合高速公路西山坪隧道的新奥法监控量测研究的基础上,就施工中量测项目的规划、测试手段和工具、测试方法、量测数据处理以及量测信息反馈等方面进行了一系列的研究工作和现场试验。书中有相当一部分内容是作者所承担的多项隧道信息化施工技术应用与监控量测的科研项目取得的经验和研究成果。本书是在总结隧道监控量测技术研究的基础上写成的,旨在向从事隧道工程以及其他地下工程的读者全面介绍隧道工程监测技术。

本书在撰写过程中,着重考虑了公路隧道新奥法施工监测的特点,同时还注意吸收地下工程有关量测的成功经验,尽量做到理论联系实际,强调实用性和可操作性,力求内容全面、科学、系统。另外,对监测中发现的有关问题,也提出了处理的方法与建议。本书可供从事隧道工程以及其他地下工程的工程技术人员和高等院校有关专业师生参考。

在编写过程中,引用和参考了大量文献和有关资料,在此对原作者顺致谢意。

由于时间仓促,作者水平有限,书中内容难免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 隧道新奥法设计简介	5
1.1 设计方法和设计阶段	5
1.1.1 设计方法	5
1.1.2 设计阶段	5
1.1.3 新奥法的设计程序	5
1.2 施工前预设计简介	7
1.2.1 隧道断面设计	7
1.2.2 隧道衬砌设计	10
1.2.3 预留变形量	13
1.2.4 选择施工方法与施工顺序	14
1.3 信息反馈修正设计	14
1.3.1 信息反馈设计的基本要求	14
1.3.2 施工信息的应用	15
1.3.3 信息反馈修正设计的内容	15
1.3.4 设计参数的修改或认定	16
1.4 辅助施工措施设计简介	17
1.4.1 辅助施工措施的适用范围	17
1.4.2 辅助施工措施的主要手段	18
1.4.3 超前锚杆和超前小钢管	18
1.4.4 管棚加强支护	19
1.4.5 地面砂浆锚杆	20
1.4.6 小导管周壁预注浆	21
第二章 新奥法的初期支护——喷锚支护	23
2.1 喷锚支护的作用原理	23
2.1.1 喷层的力学作用	24
2.1.2 锚杆的力学作用	26
2.2 锚杆设计与计算	27
2.2.1 支护均质层状软岩	27
2.2.2 支护块状围岩	28
2.2.3 加固裂隙围岩	29
2.3 喷射混凝土设计与计算	30
2.3.1 支护危岩	30
2.3.2 支护软弱围岩	32

2.4 喷锚支护	33
2.4.1 结构承载力计算方法	34
2.4.2 支护抗力计算法	37
第三章 隧道岩体变形	42
3.1 概 述	42
3.1.1 稳定蠕变	42
3.1.2 不稳定蠕变	43
3.1.3 初期支护后隧道围岩的变形	44
3.2 隧道围岩变形的影响因素	45
3.2.1 隧道设计	45
3.2.2 围岩特性	45
3.2.3 施工方法	45
3.2.4 支护类型及支护时间	46
3.2.5 端面效应	46
3.2.6 爆破震动效应	47
3.2.7 量测温度效应	48
3.2.8 量测误差	49
3.3 变形速率	49
3.3.1 量测间隔时间的计算	50
3.3.2 变形速率的特征	50
3.3.3 变形速率的变化率——隧道围岩变形的二阶导数 $\frac{d^2u}{dt^2}$ (变形加速度)	52
第四章 新奥法量测	55
4.1 量测项目及其分类	55
4.1.1 量测在新奥法设计施工中的意义和作用	55
4.1.2 量测项目及其分类	56
4.2 隧道内目测观察	57
4.2.1 观察目的	57
4.2.2 目测观察内容	57
4.2.3 目测观察中围岩的破坏形态分析	58
4.2.4 利用目测结果修改设计、指导施工	58
4.3 隧道收敛位移量测	60
4.3.1 内空收敛位移量测目的	61
4.3.2 量测设备的选择	61
4.3.3 KM-1 型收敛计使用方法	62
4.3.4 监测断面的设置	64
4.3.5 测桩埋设与测线布置	64
4.3.6 量测频度	65
4.3.7 拱顶下沉量	65

4.4	地表下沉量测	67
4.4.1	量测目的	67
4.4.2	量测方法及测点布置	67
4.4.3	量测频度	69
4.4.4	量测数据整理	69
4.5	锚杆抗拔力量测	69
4.5.1	量测目的	69
4.5.2	量测方法	69
4.5.3	注意事项	73
4.5.4	试验要求	73
4.6	锚杆轴向力测定	74
4.6.1	测定锚杆轴向力的目的	74
4.6.2	量测方法与量测设备	74
4.6.3	量测锚杆的布置型式	78
4.6.4	钻孔规格及钻凿要求	79
4.6.5	量测锚杆埋设	79
4.6.6	量测与量测频度	79
4.6.7	量测计算	80
4.6.8	量测结果分析	82
4.7	钢架荷载量测	84
4.7.1	量测的目的	84
4.7.2	量测设备与量测方法	84
4.7.3	压力计安设	90
4.7.4	量测与量测数据分析	90
4.8	围岩内变形量测	91
4.8.1	围岩内变形量测的目的	91
4.8.2	量测设备的选择	91
4.8.3	单点位移计的结构	91
4.8.4	多点位移计的结构与工作原理	93
4.8.5	SW-1 型四点位移计安装工艺	94
4.8.6	量测方法与量测频度	96
4.8.7	隧道围岩绝对位移计算方法	97
4.8.8	注意事项	98
4.8.9	利用量测结果判断围岩内变位状态	99
4.9	喷射混凝土层应力的量测	100
4.9.1	喷层应力测量的目的	101
4.9.2	量测方法	101
4.9.3	GHL-2 型混凝土应力计	101
4.9.4	GPC-1 型频率仪	105

4.9.5	应变砖的制作	108
4.9.6	应变砖埋设	111
4.9.7	喷层应力量测	111
4.9.8	量测结果分析	112
4.10	二次衬砌应力的量测	113
4.10.1	量测目的	113
4.10.2	量测设备与量测方法	113
4.10.3	液压枕	113
4.10.4	二次衬砌应力量测实例	115
4.11	现场量测的规划	116
4.11.1	量测项目的确定	117
4.11.2	量测手段和仪表的选择	119
4.11.3	量测部位的确定和测点的布置	120
4.11.4	量测管理工作	122
第五章	量测数据处理与应用	123
5.1	量测数据的处理	123
5.1.1	数据处理的目的	123
5.1.2	量测数据的散点图和曲线	123
5.1.3	围岩变形——时间关系曲线	123
5.1.4	量测数据的回归分析	124
5.1.5	量测数据处理工程实例	129
5.2	隧道围岩最终位移的预测	137
5.2.1	概述	137
5.2.2	初期变位速度和最终变形量的关系	138
5.2.3	容许变位量	139
5.2.4	容许位移速率	143
5.2.5	稳定情况下的位移及其最终稳定位移预测	143
5.3	利用量测结果修改设计指导施工	146
5.3.1	根据内空变位速度预报险情	146
5.3.2	根据内空变位速度修改设计	147
5.3.3	根据最终变形量修改开挖断面尺寸	147
5.3.4	根据内空变位速度确定二次被覆构筑时机	147
5.3.5	提高围岩类别、节约投资	148
5.3.6	降低围岩类别,加强支护确保工程质量	148
5.4	位移反分析	149
5.4.1	概述	149
5.4.2	虚拟力法	150
5.4.3	位移反分析	150
5.5	应用算例	156

第六章 声波监测技术	159
6.1 概述	159
6.2 声发射技术	159
6.2.1 基本原理	159
6.2.2 声发射检测仪器	160
6.2.3 地音仪	161
6.2.4 岩音频度与岩性的关系	163
6.2.5 岩体破坏程度与岩音频度的关系	163
6.2.6 岩音定位简介	164
6.2.7 发射技术在工程中的应用	167
6.3 声波测试技术	168
6.3.1 基本原理	168
6.3.2 声波的激发方式	170
6.3.3 声波测试设备	171
6.3.4 声波测试的工作方式	174
6.3.5 声波测试中应注意的几个问题	176
6.3.6 声波(弹性波)在岩体中的传播规律	177
6.3.7 声波测试在岩体工程中的应用	178
第七章 超前探测技术在隧道施工中的应用	183
7.1 概述	183
7.1.1 地质雷达的特点及其应用现状	183
7.1.2 探测设备	183
7.1.3 隧道开挖面超前探测的主要内容	184
7.1.4 探测原理及地质雷达方程	185
7.1.5 主要影响因素	186
7.2 探测方法	187
7.2.1 探测方案设计	188
7.2.2 操作方式	188
7.2.3 地质构造识别技术	189
7.3 华蓥山隧道地质雷达超前探测不良地质构造的应用	191
7.3.1 隧道概况	191
7.3.2 地质构造、地层及水文地质条件	191
7.3.3 华蓥山隧道地质雷达探测点的布置	192
7.3.4 地质雷达探测成果	193
参考文献	196

绪 论

新奥法是新奥地利隧道施工方法的简称,原文是 New Austrian Tunneling Method,简写为 NATM。它是奥地利拉布西维兹(L. V. Rabcewicz)教授等在长期从事隧道施工实践中,从岩石力学的观点出发而提出的一种合理的施工方法,是采用喷锚技术、施工测试等并与岩石力学理论构成的一个体系而形成的一种新的工程施工方法。

新奥法是应用岩体力学原理,以维护和利用围岩的自稳能力为基点,将锚杆和喷射混凝土集合在一起作为主要支护手段,及时进行支护,以便控制围岩的变形与松弛,使围岩成为支护体系的组成部分,形成了以锚杆、喷射混凝土和隧道围岩为三位一体的承载结构,共同支承山体压力。通过对围岩与支护的现场量测,及时反馈围岩-支护复合体的力学动态及其变化状况,为二次支护提供合理的架设时机;通过监控量测及时反馈的信息来指导隧道和地下工程的设计与施工。

新奥法构筑隧道的主要特点是,通过多种量测手段,对开挖后隧道围岩进行动态监测,并以此指导隧道支护结构的设计与施工,其理论是建立在岩体力学特性和岩体变形特性以及莫尔学说的基础上,并考虑到隧道掘进时的空间效应和时间效应对围岩应力与变形的影响。它集中体现在支护结构种类、支护结构的构筑时机、岩体压力、围岩变形四者的关系上,贯穿在不断变更的设计与施工过程中。新奥法提出了与传统方法完全不同的新概念和新观点,指导着喷锚支护的设计和施工,指导着构筑隧道的全过程。

为使围岩与初期支护形成稳定的支承结构,应遵循以下原则:

- (1) 考虑岩体的力学特性。
- (2) 在适宜的时机构筑适宜的支护结构,避免在围岩中出现不利的应力-应变状态。
- (3) 对于软弱岩层,为使围岩形成力学上十分稳定的中空筒状支承环结构,必须构筑一个闭合的支护结构。
- (4) 由现场量测监控围岩动态,根据允许变形量求得最适宜的支护结构。

新奥法不同于传统隧道工程中应用厚壁混凝土结构支护松动围岩的理论,而是把岩体视为连续介质,在粘弹、塑性理论指导下,根据在岩体中开挖隧道后,从围岩产生变形到岩体破坏要有一个时间效应,适时地构筑柔性、薄壁且能与围岩紧贴的喷射混凝土和锚杆的支护结构来保护围岩的天然承载力,变围岩本身为支护结构的重要组成部分,使围岩与支护结构共同形成坚固的支承环,共同形成长期稳定的支护结构。因此,其基本要点可归纳如下:

(1) 开挖作业多采用光面爆破和预裂爆破,并尽量采用大断面或较大断面开挖,以减少对围岩的扰动。

(2) 隧道开挖后,尽量利用围岩的自承能力,充分发挥围岩自身的支护作用。

(3) 根据围岩特征采用不同的支护类型和参数,及时施作密贴于围岩的柔性喷射混凝土和锚杆初期支护,以控制围岩的变形和松弛。

(4) 在软弱破碎围岩地段,使断面及早闭合,以有效地发挥支护体系的作用,保证隧道稳定。

(5) 二次衬砌原则上是在围岩与初期支护变形基本稳定的条件下修筑的,围岩与支护结构形成一个整体,因而提高了支护体系的安全度。

(6) 尽量使隧道断面周边轮廓圆顺,避免棱角突变处应力集中。

(7) 通过施工中对围岩和支护的动态观察、量测,合理安排施工程序,进行设计变更及日常的施工管理。

新奥法是一个具体应用岩体动态性质的完整的力学概念,科学性较传统的隧道修建方法先进,因而不能单纯将它看成是一个施工方法或支护方法,也不能将仅用锚喷支护或应用新奥法部分原理施工的隧道,就片面理解为是采用新奥法修建的。事实上,锚喷支护并不能完全表达新奥法的含义,因此应全面理解新奥法的内容。

新奥法的适用范围很广,从铁路隧道、公路隧道、城市地铁、地下贮库、地下厂房直至水电站输水隧洞、矿山巷道等,都可用新奥法构筑。就应用新奥法构筑隧道跨度来看,在双线铁路及三线公路隧道的构筑中,其跨度已达 10m 以上,而在水电站发电机组厂房峒室的构筑中跨度已达 30m 左右;从构筑隧道埋深来讲,由覆盖只有几米的浅埋隧道至千米的深埋隧道;就隧道所处位置的地面状况来看,可从山岭隧道到都市隧道;从地质条件来看,不仅在硬岩、软岩中运用,就是在具有膨胀性地层、湿陷性土层以及软弱砂土地层中也能施工,此外在偏压地带和高地应力地区也可使用新奥法。

隧道新奥法施工在我国推广应用以来,通过科研、设计、施工三结合,在修建下坑、西坪、大瑶山、军都山等铁路隧道以及作者参与修建的中梁山、缙云山、华蓥山、二郎山、西山坪等多座公路隧道中,应用新奥法原理及其相应的技术,取得了较大的成就。而施工中的监控量测是隧道新奥法施工的重要组成部分。由于隧道工程的受力特征及其复杂性,通过现场监控量测来监视围岩与支护的稳定性,应用现场量测结果来修改设计、指导施工是成功的。在新奥法支护结构的设计方面,不少专家学者寻求过数解法,但因岩体的生成条件和地质作用的影响,以及岩体的产状和结构的复杂多变,并且在隧道构筑过程中,开挖方法、支护类型、支护时机、支护参数等都对围岩稳定性产生影响,因而寻求正确反映岩体状态的物理力学模型是非常困难的。目前新奥法的设计工作是在其基本原理及定性成果指导下,参考已建工程的设计参数,即应用工程类比法与初步数值分析法进行,再通过施工过程中对围

岩的量测信息进行数据分析与综合判断,从而进一步完善设计并采用相应的施工对策。

新奥法量测工作是伴随着施工过程同时进行的,是新奥法构筑隧道中十分重要的部分,它既监视围岩是否安全稳定,又检验支护结构是否合理。因此量测工作是监视工程设计与施工是否正确的指针。大量工程实践证明,量测手段配合其他量测工作,能使设计、施工达到更满意的效果,对提高工效、降低成本、保证安全均有非常重要的作用。

新奥法量测工作的作用和目的,主要是为了掌握围岩动态和支护结构的工作状态,利用量测结果修改设计、指导施工;预见事故险情,以便及时采取措施,防患于未然;积累资料,为以后设计提供类比依据;为确保隧道安全提供可靠信息,为二次衬砌提供合理的支护时机,并为进一步深化理论研究提供原始数据。

在新奥法施工过程中,通过现场量测可以判断围岩稳定性,及早发现异常情况后可以及时采取措施,因而能保证安全施工。在隧道长期运营过程中,还可以通过经常性的量测来预测和监视隧道的稳定状况。我国不少研究单位、高等院校和设计部门的专家学者,在数值分析和理论研究方法上进行了积极探讨,汇集了现场施工与实测的诸多经验,应用有限元法(FEM)、边界元法(BEM)、离散元法(DEM)等开发出了不同类型的数值分析程序,如西安矿业学院的刘怀恒教授在1978年开发出“岩石力学平面非线性有限元分析程序 NCAP-2D”,同济大学的黄伟、杨林德教授于20世纪80年代初期开发了“锚喷支护地下洞室非线性有限元分析程序”,中国人民解放军总参工程兵第四设计研究所的李世辉于1985年开发出“典型工程类比隧道力学分析边界元程序 BMP-84”,同济大学的朱合华教授于1997年推出了“地下工程施工模拟通用正反分析计算软件”,东北大学的王泳嘉、刘连峰开发了“3D 离散元软件 TRUDEC”。目前对位移量测的数据可以采用指数函数、对数函数以及双曲线函数通过回归分析,推测出最终变形量与围岩的稳定状态,也可用灰色理论及人工神经网络的方法来预测隧道围岩的最终变形量和围岩的状态。由于目前在现场直接测试岩体力学性质的有关参数和初始应力状态费用较高,比较困难,而且难以反映整个工程范围内的真实情况,所以现在更多的是进行围岩变形的量测,然后用反分析方法反算岩体的某些参数及原岩应力,再利用正分析对围岩或支护的安全度作出超前预测,并预测隧道围岩最终状态是否稳定。

由于地下工程支护系统工作环境的不同和围岩状况的复杂多变以及理论上的不完善,目前还找不到一种计算模型能全面、准确地表达各种情况下围岩状况及其与支护系统的相互关系和支护系统的工作条件,通过力学计算来设计也是困难的。因而现今的施工前预设计主要是依靠某些勘探资料及工程类比法进行的,在实际施工过程中会发现由于工程地质、水文地质、施工方式、支护特性等的出入与变化,常常使原设计不尽合理。喷锚支护的采用和新奥法的实施,使得有必要在隧道开挖过程中及时对围岩变形进行监测,通过这种监测对围岩稳定性作出判断,并且使客

观地评价支护与围岩的状态和合理地设计成为可能,从而使围岩受力状态达到平衡与稳定。但由于围岩条件的复杂性、施工操作的不一致性、支护结构及标准的不均衡性,以及支护构筑时间的差异性等,使得目前要用某些力学理论来解决这种非线性的多因素关系的实际问题尚存在相当大的困难。基于这种情况,对于现场监测,目前多从隧道开挖时围岩内空变位量测入手,结合现场工程地质状况、开挖施工条件以及支护的工作状态等的考察来研究隧道围岩的变形规律及其与隧道施工、支护类型的关系,找出围岩变形速率与稳定性的关系、变形速率与开挖面距离的关系、开挖时间与稳定时间的关系,并预测围岩最终稳定时间以及最终变位量的判断准则等。因此,新奥法的理论尚待进一步完善。

第一章 隧道新奥法设计简介

1.1 设计方法和设计阶段

1.1.1 设计方法

新奥法的设计目前以工程类比法应用最广,并以现场监控量测进行工程实际检验。考虑到地下工程地质条件的复杂性,在某些特殊地形、地质条件(如浅埋、偏压、通过严重湿陷性黄土层、膨胀性地层、原始应力过大的地层等)下,以及大跨度地下洞室等,无相似工程类比或仅凭工程类比尚不足以保证设计的合理性时,宜采用解析法加以验算,进行综合分析研究。

目前通常采用的解析法有理论解析法(如收敛约束法)、数值解析法(有限元法、边界元法等)以及杆系结构分析法等,其中有些方法国内一些单位已编制了各种电算程序可供选用。

近年来,国内发展起来的利用施工期间位移量测数据反馈来计算围岩力学参数和支护衬砌静力工作状态的位移收敛反馈法,也获得了一定的应用。

1.1.2 设计阶段

新奥法的设计应有两个阶段,即施工前预设计阶段和信息反馈修改设计阶段。

施工前预设计是在认真研究勘测资料的基础上进行的。在该阶段,一般很难完全详细地掌握实际的工程地质和水文地质条件,常常会有一定幅度的变动,故通过施工中的地质调查和现场监控量测,确认和修正预设计是极为重要的。因此,新奥法的设计必然要有信息反馈修正设计阶段,这是最终确定设计参数并据以实施的阶段。

但是,对施工组织和支护结构进行大规模的变更会造成工期和工程费用的变动,应尽量避免。因此,要求勘测阶段地质调查的内容和精度必须满足预设计的要求,预设计必须在认真研究勘测资料和地质调查成果的基础上进行。

1.1.3 新奥法的设计程序

新奥法设计应按图 1.1 所列的程序进行。

1. 研究定测资料

设计者根据批准的初步设计文件,在现场进行具体方案的勘测落实,并通过定

线、测角、中桩、高程横断面等以及其他勘测资料的测量调查及内业工作,为施工图设计搜集、提供有关资料。

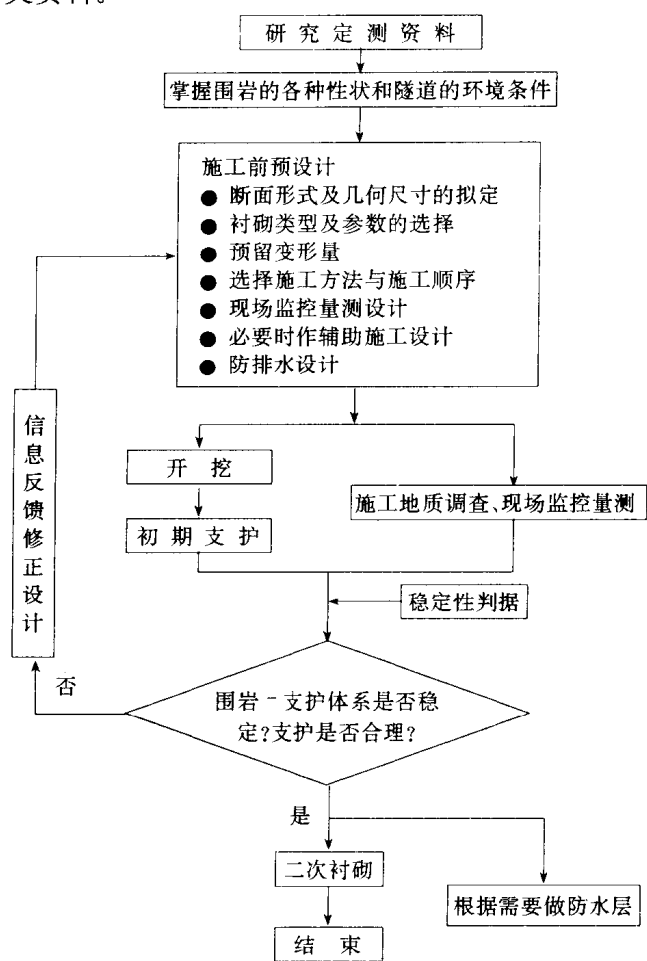


图1.1 新奥法设计程序

2. 掌握围岩的各种性状和隧道的环境条件

在评勘的基础上,要查清隧道所穿过围岩的物理力学性质,对隧道各类围岩的稳定性作出定性评价,详细划分隧道穿过不同岩层的围岩类别,为隧道预设计提供地质依据。

在对自然概况、地质条件、不良地质现象调查的基础上,除了要查清隧道附近有无山体滑坡、泥石流等地质灾害,以便采取措施治理,确保隧道的安全,同时要查明隧道所穿过岩层有无有害气体或矿体存在。如有有害气体存在时,应按劳动保护、环境保护等条例,查明有害气体的含量,预测释放程度,以对人体、环境不发生危害为限,超出规定的允许值时,设计时须采取必要的防护措施;对于矿体的存在,应查明矿体的赋存条件、埋置深度以及隧道所穿过矿体的位置,以便设计时合理而准确地留设安全矿柱。如果隧道穿越煤层时,必须按煤矿安全规程的有关规定,进

行开挖设计与施工。

3. 施工前预设计

预设计主要包括隧道断面形状的选择,几何尺寸的拟定;衬砌类型的选择及支护参数的确定;隧道预留变形量;选择施工方法以及现场监控量测设计工作等,其有关内容将在下节详细介绍。

4. 隧道开挖与开挖工作面地质调查、现场监控量测

施工单位应根据隧道的地质条件,结合本单位的设备情况、技术力量等因素,选择适当的施工方法进行隧道开挖,并及时初期支护,同时对开挖工作面的地质状况进行现场目测与隧道内空收敛的量测。根据工作面地质观察与隧道内空收敛值的大小,判断隧道围岩在初期支护的条件下是否稳定,支护体系是否合理,如果隧道围岩稳定,支护结构参数合理,说明设计满足要求,即可在适当时机进行二次衬砌,否则将有关信息反馈,对预设计修正。在软弱破碎围岩地段信息反馈修改设计往往需要进行多次,才能满足要求。

1.2 施工前预设计简介

施工前预设计一般包括:隧道断面形式及几何尺寸的拟定;衬砌类型的选择和支护参数的确定;预留变形量的大小;施工方法和施工工序的选择;现场监测设计;必要时作辅助施工措施设计以及排、防水设计等。

1.2.1 隧道断面设计

1. 隧道断面形式的确定

衬砌断面的内轮廓,若为铁路隧道应符合国家现行的《标准轨距铁路建筑限界》标准及远期轨道类型的要求。而公路隧道应按《公路隧道设计规范》(JTJ026-90)中有关规定进行。

断面形式应尽可能圆顺,其目的是为减少衬砌围岩中产生较大的应力集中。

Ⅲ类及Ⅲ类以下围岩地段应采用曲墙式带仰拱的衬砌断面,这是因为Ⅲ类及以下围岩地质条件较差,隧道支护体系除必须考虑施工过程中的受力状态外,还应考虑隧道建成后衬砌的受力状态及运营中列车振动时对支护体系的影响,设置复合式衬砌能较好地保证隧道在上述应力作用下的长期稳定性。Ⅳ类及Ⅳ类以上围岩地段的双线隧道宜采用曲墙式衬砌断面,其目的是防止衬砌产生较大的偏心压缩。对于Ⅳ类以上围岩,由于围岩稳定或基本稳定,且侧压力较小,墙部是稳定的,也可采用直墙式衬砌断面,既可便利施工,又可减少墙部开挖量。

特别软弱围岩的隧道,不宜采用单侧高式侧沟不对称的断面形式。原因是在皖赣线的下坑隧道Ⅱ类围岩地段采用了中心水沟对称式断面,大沙线枫林1号、2号隧道的Ⅱ类围岩地段采用双侧小水沟对称式断面,效果较好,故有上述之规定。

2. 公路隧道横断面的尺寸规定

(1)公路隧道横断面设计除应符合隧道建筑限界的规定外,还应考虑洞内排水、通风、照明、防火、监控、运营管理等附属设施所需要的空间,并考虑土压影响、施工方法等必要的富裕量,使确定的断面形式及尺寸达到安全、经济、合理的要求。

人行道设计应结合考虑隧道所在地区的行人密度、隧道长度、交通量及交通安全等因素而定。

不设人行道时,除短隧道外,应设置避车洞。

(2)各级公路隧道建筑限界一般规定如图 1.2 所示。在建筑限界内,不得有任何部件侵入。

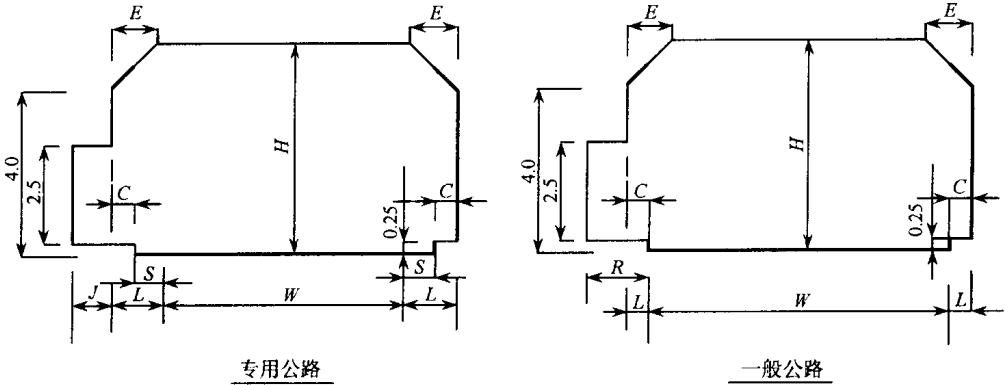


图 1.2 隧道建筑限界(尺寸单位:m)

W——行车道宽度,按表 1.1 的规定采用;

S——行车道两侧路缘带宽度,按表 1.1 的规定采用;

C——余宽,当计算行车速度 $\geq 100\text{km/h}$ 时为 0.50,计算行车速度 $< 100\text{km/h}$ 时为 0.25;

H——净高,汽车专用公路、一般二级公路为 5m,三、四级公路为 4.5m;

E——建筑限界顶角宽度,当 $L \leq 1\text{m}$ 时, $E = L$;当 $L > 1$ 时, $E = 1\text{m}$;

L——侧向宽度,如表 1.1 所示,高速公路、一级公路上的短隧道,其侧向宽度宜取硬路肩宽度;

R——人行道宽度;

J——检修道宽度。

各级公路隧道建筑限界基本宽度如表 1.1 所示。

(3)高速公路、一级公路一般应设计为上、下行分离的两座独立隧道。两相邻隧道最小净距视围岩类别、断面尺寸、施工方法、爆破震动影响等因素确定,一般情况下可依据表 1.2 的规定选用。

(4)高速公路、一级公路的特长隧道,应根据需要设置紧急停车带。单车道隧道,除两端洞外应设错车道外,洞内视隧道长度设置错车道,错车道间距不宜大于 200m。

隧道内边沟设计可结合人行道或余宽等布置。