



高职交通运输与土建类专业规划教材

Planned textbook for Transportation and Railroad Construction Higher Vocational College

TUNNEL
ENGINEERING TESTING
AND INSPECTION

隧道施工质量检测与验收

毛红梅 主编
杨会军 主审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

TUNNEL ENGINEERING TESTING AND INSPECTION

隧道施工质量检测与验收

毛红梅 主编
杨会军 主审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书针对隧道施工一线质量检测岗位的能力要求和知识要求,就高速铁路隧道的施工质量检测与验收问题,系统介绍了隧道施工各工序的施工要点、质量验收标准、质量检测方法及检测技术。内容包括:超前地质预报质量检测与验收、超前支护与预加固措施施工质量检测与验收、开挖质量检测与验收、初期支护施工质量检测与验收、防排水施工质量检测与验收、衬砌施工质量检测与验收、施工监控量测质量检测与验收、施工环境检测与验收,最后单独总结了盾构法隧道施工质量检测与验收内容。

本书适于各类职业教育与成人教育地下与隧道工程技术、铁道工程技术、道路桥梁工程技术、城市轨道交通工程技术等土建类专业及其他相关专业的学生选作教材使用,也可作为相关专业设计、施工、监理、检测等技术人员的技术工具书。

图书在版编目(CIP)数据

隧道施工质量检测与验收 / 毛红梅主编. —北京 :
人民交通出版社股份有限公司, 2016. 8
ISBN 978-7-114-10980-5

I. ①隧… II. ①毛… III. ①隧道施工—质量检验
IV. ①U455

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 258289 号

书 名: 隧道施工质量检测与验收

著 作 者: 毛红梅

责任编辑: 杜 琛

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 14.5

字 数: 346 千

版 次: 2016 年 8 月 第 1 版

印 次: 2016 年 8 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10980-5

定 价: 38.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

隧道工程因具备占用土地少、建设扰动小、较少破坏生态环境、可全天候通行、隐蔽性及抗震性能良好等特点已成为 21 世纪交通通道建设的主要方案。目前,我国已经成为世界上建成隧道最长、数量最多的国家。隧道工程乃百年工程,其施工质量直接影响到日后的使用安全及寿命。一些隧道工程由于施工过程中质量把关不严,留下隐患,导致运营后出现衬砌裂损、侵限、渗漏水、冻胀等各种灾害,影响了隧道的正常运营,甚至严重时还导致隧道废弃、重建,造成巨大的工程浪费。因此,必须严把隧道施工质量关,做好隧道施工质量检测与验收工作。

在我国,隧道工程被广泛应用于公路、铁路、矿山、水利、市政和国防等领域。本书主要就高速铁路隧道的施工质量检测与验收问题进行讲述。其中,新奥法是目前我国铁路隧道施工的主要方法,故本书以新奥法隧道施工的质量检测与验收内容为主要讲述对象。最后,又对目前工程领域越来越多使用的盾构法隧道施工质量检测与验收进行了系统讲解。

本书针对隧道一线质量检测岗位知识与能力要求,以《高速铁路隧道工程施工质量验收标准》(TB 10753—2010)为本,系统介绍隧道施工各工序的施工要点、质量验收标准、检测方法及检测技术,内容上贴合最新的标准、规范及规程,同时吸纳该领域的最新成果,特别介绍了近年发展的新技术、新方法。

本书以项目化单元为学习模块、系列化的工作任务为引导,帮助学生开展“教学做一体化”学习,旨在培养学生职业技能与职业素质。

本书由陕西铁路工程职业技术学院与中铁一局五公司合作编写。全书由毛红梅任主编并统稿。具体编写分工如下:项目一、项目三、项目五、项目六、项目七、项目八由毛红梅编写,项目四由中铁一局五公司总工程师郝小苏编写,项目二、项目九由高攀科编写,项目十由郭亚宇编写。全书由中铁六局集团副总工程师杨会军任主审,给予了编者大量有益建议和直接的修改意见,在此表示由衷感谢!

本书在编写过程中,还得到了中铁隧道局、中铁一局、中铁六局多位专家的指导,参考与借鉴了大量论文与著作,人民交通出版社也给予了真诚的帮助,在此一并表示衷心感谢!

限于作者的水平,书中错误和不当之处在所难免,恳请专家、读者批评指正。

编 者
2016 年 6 月

目 录

项目一	隧道施工质量检测与验收基本知识	1
任务一	隧道施工质量检测与验收的基本内容	2
任务二	隧道施工质量检测与验收的依据和方法	9

项目二	隧道施工超前地质预报及质量检测	21
任务一	隧道地质超前预报及其质量验收基本知识	22
任务二	地质素描	27
任务三	超前水平钻孔预报	33
任务四	地质雷达法超前地质预报	35
任务五	地震波法超前预报	40
任务六	红外探水	46

项目三	超前支护与预加固施工质量检测与验收	51
任务一	超前支护与预加固认识	52
任务二	超前锚杆施工质量检测与验收	52
任务三	超前小导管施工质量检测与验收	54
任务四	超前深孔帷幕注浆施工质量检测与验收	58
任务五	管棚施工质量检测与验收	61

项目四	隧道开挖质量检测与验收	65
任务一	隧道开挖方法及施工要点认识	66
任务二	隧道开挖质量检测与验收要点	70
任务三	激光断面仪法检测开挖断面	73

项目五	初期支护施工质量检测与验收	79
任务一	锚杆施工质量检测与验收	80
任务二	喷射混凝土质量检测与验收	89
任务三	钢架施工质量检测与验收	95
任务四	钢筋网施工质量检测与验收	98
任务五	地质雷达法探测初期支护背部空洞	99

项目六	隧道施工监控量测质量检查与验收	105
任务一	监控量测的认识	106
任务二	监控量测实施质量检测与验收	110

项目七	防排水施工质量检测与验收	113
任务一	隧道防排水系统认识	114

任务二	洞口防排水施工质量 检测与验收·····	117
任务三	盲管施工质量检测与 验收·····	118
任务四	洞内排水沟施工质量 检测与验收·····	120
任务五	施工缝、变形缝防水 施工质量检测与验收·····	122
任务六	防水层施工质量检测 与验收·····	127
任务七	防水板性能检测·····	132
任务八	土工布性能检测·····	139
任务九	防水混凝土抗渗性能 检测·····	146

项目八 衬砌施工质量检测

与验收·····		149
任务一	衬砌施工质量检测与验收 基本知识·····	150
任务二	回弹法检测混凝土 强度·····	158
任务三	超声波法检测混凝土 强度·····	166
任务四	超声-回弹综合法检测 混凝土强度·····	170
任务五	钻芯法检测混凝土 强度·····	173

任务六	拔出法检测混凝土 强度·····	175
任务七	衬砌厚度检测·····	178
任务八	超声波法检测混凝土 不密实区和空洞·····	181

项目九 隧道施工环境检测

与验收·····		187
任务一	粉尘浓度检测·····	188
任务二	隧道瓦斯监测与检测·····	191
任务三	一氧化碳浓度检测·····	198
任务四	隧道通风系统检测·····	201

项目十 盾构法隧道施工质量

检测与验收·····		205
任务一	盾构法隧道施工基本 知识·····	206
任务二	盾构掘进施工质量检测 与验收·····	210
任务三	管片拼装质量检测 与验收·····	214
任务四	壁后注浆质量检测 与验收·····	218
任务五	管片防水质量检测 与验收·····	219
任务六	管片试验·····	220

参考文献·····	223
-----------	-----

隧道施工质量检测与验收基本知识

【知识目标】

了解隧道结构、施工方法及常见质量问题,熟知隧道施工质量检测与验收的依据、内容、验收单元的划分、验收程序及方法等基本知识,熟悉检验批、分项工程、分部工程及单位工程质量验收记录表格,为后续学习奠定基础。

【工作任务】

1. 认识隧道结构;
2. 认识隧道施工方法及施工要点;
3. 熟悉隧道施工质量检测与验收基本内容;
4. 熟悉检验批、分项工程、分部工程及单位工程的划分;
5. 熟悉质量验收的程序与方法;
6. 熟悉质量验收记录表格。

任务一 隧道施工质量检测与验收的基本内容

为了达到各种不同的使用目的,在山体内或地面下修建的建筑物,统称为“地下工程”。在地下工程中,用以保持地下空间作为运输通道的,称之为“隧道”。隧道被广泛地应用于公路、铁路、矿山、水利、市政和国防等领域。本书主要介绍铁路隧道的施工质量检测与验收问题。



隧道结构形式

铁路隧道结构由主体建筑物和附属建筑物两部分组成。隧道的主体建筑物是为了保持坑道的稳定,进而保证列车的安全运行而修筑的,一般由洞身衬砌和洞门组成。在容易坍塌的洞口以及在傍山通过的线路地段,为了防止仰坡和边坡的坍方落石,则需要加筑明洞。隧道的附属建筑物是为了满足养护维修工作的需要以及供电、通信等方面的要求而修建的,包括:防排水设施、避车洞、电缆槽、长大隧道的通风设施,以及在电气化铁路上根据情况而设置的有关附属设施等。下面来认识一下隧道的主体建筑物。

1. 洞身衬砌的结构形式

洞身衬砌的结构形式主要有:整体式衬砌、喷锚衬砌、复合式衬砌、拼装式衬砌等。

(1) 整体式衬砌。是指用混凝土(钢筋混凝土)就地灌注或用石料(混凝土预制块)等砌筑而成的圬工衬砌。按照围岩级别的不同,整体式衬砌又分为直墙式衬砌(图 1-1)和曲墙式衬砌(图 1-2)两种。整体式衬砌是传统隧道结构的主要形式。



图 1-1 直墙式衬砌



图 1-2 曲墙式衬砌

(2) 喷锚衬砌。是指以喷锚衬砌作为永久衬砌的隧道结构,包括:喷混凝土衬砌、锚杆喷混凝土衬砌、钢纤维喷混凝土衬砌及钢筋网喷混凝土衬砌等。喷锚衬砌可用于地下水不发育的Ⅰ~Ⅲ级短隧道。8级烈度及以上地震区的隧道,一般不宜采用喷锚衬砌。

(3) 复合式衬砌。是指由两层或两层以上的支护结构组成的衬砌(图 1-3),一般多为两层,外层以喷锚支护作为初期支护,内层用模筑混凝土衬砌作为二次衬砌,两层间设置防水层。复合式衬砌可适用于各级围岩,是现代隧道结构的主要形式。

(4) 拼装式衬砌。是将衬砌分成若干块构件,在现场或工厂预制这些构件,运到工作面用机械拼装而成的。这种衬砌的特点是:机械化程度高,施工速度快,衬砌承载快,但施工工艺较复杂,衬砌的整体性及抗渗性差。现代隧道施工中,盾构法主要采用拼装式衬砌,同时,采用同步注浆及二次注浆技术,使拼装式衬砌的整体性与抗渗性能大幅度提高。拼装式衬砌如图 1-4所示。

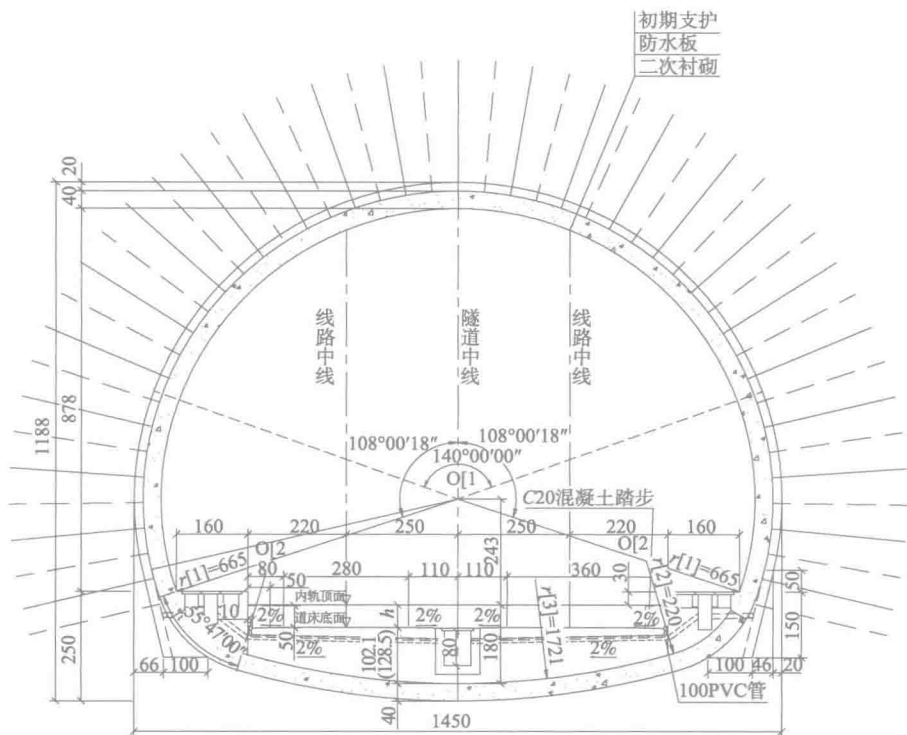


图 1-3 双线铁路隧道复合式衬砌

2. 洞门的结构形式

根据洞口所处地形条件与地质条件的不同,洞门有环框式、端墙式、翼墙式、台阶式、柱式等。近年来,随着高速铁路的修建,出现了一些新型的隧道洞门形式,以缓解列车高速运行所产生的空气动力学效应,如斜切式洞门等。洞门形式如图1-5所示。

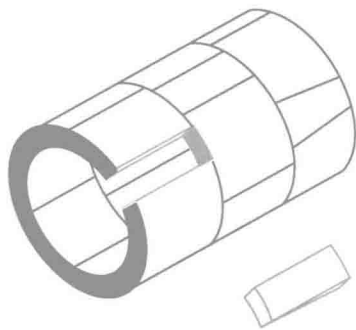


图 1-4 拼装式衬砌



隧道施工方法及施工要点

1. 隧道主要施工方法

隧道施工方法主要有明挖法、新奥法、盾构法与 TBM 法、沉管法等。

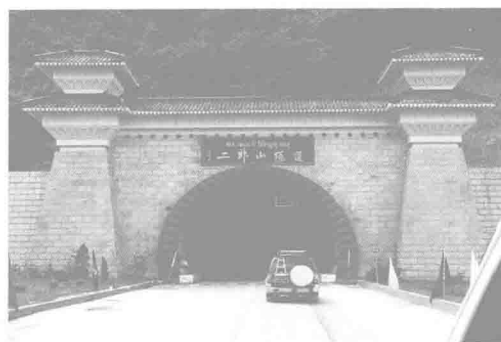
(1) 明挖法

明挖法指在露天的地面上,从地表向下分层开挖基坑,分层施作初期支护,待开挖至基底标高后,自下而上施作钢筋混凝土结构,同时铺设外贴式防水层,然后再回填土石。根据地质水文条件及周边环境条件的需要,基坑开挖前可预先施作钻孔灌注桩或地下连续墙围护结构。明挖法施工具有工序简单、便于大型施工机具使用、施工速度快的特点,但是明挖法占地面积大,占地时间长,适用于地铁车站、山岭隧道、人防工程等埋深浅、地表空旷的地段。

(2) 新奥法

新奥法是新奥地利隧道工法的简称,它是以控制爆破或机械开挖为主要掘进手段,以喷射混凝土、锚杆为主要支护措施,集理论、量测和经验于一体的一种施工方法。其核心理论是“爱护围岩,充分调动和发挥围岩的自承能力,及时施作初期支护”。从这一原则出发,可以根

据隧道工程地质条件与结构条件灵活地选择开挖方法、爆破技术、支护形式、支护施作时机和辅助工法。新奥法具有工程造价低、施工技术成熟、广泛适应于各级围岩等优点。图 1-6 为新奥法施工的两种典型开挖工法。



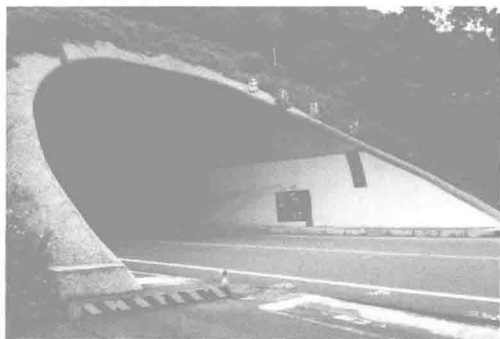
a)柱式洞门



b)翼墙式洞门

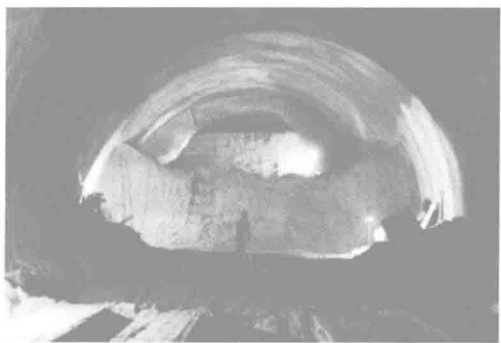


c)台阶式洞门



d)斜切式洞门

图 1-5 洞门



a)台阶分部开挖法



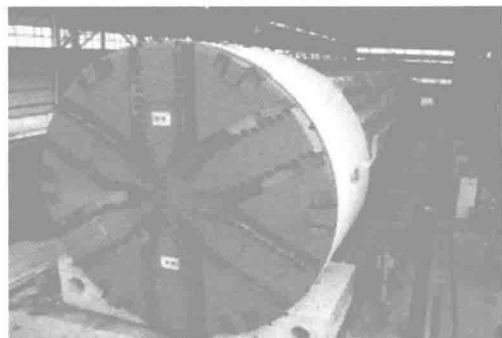
b)双侧壁导坑法

图 1-6 新奥法施工现场

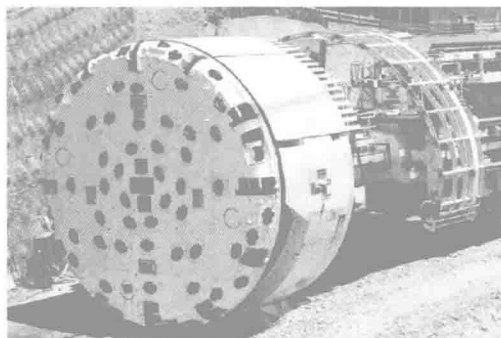
针对城市地铁覆盖层浅、地层软弱、含水量丰富的特点,我国学者在新奥法的基础上提出了以超前加固、处理软弱地层为前提,采用足够刚性的复合式衬砌(由初期支护、二次衬砌及中间防水层所组成)为基本支护结构的一种软弱地层近地表隧道的暗挖施工方法,即浅埋暗挖法。该法具有适用浅埋软弱地层、开挖断面灵活、可有效控制地表沉降及经济的特点。浅埋暗挖法施工应遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”的原则。

(3) 盾构与 TBM 法

盾构与 TBM 是开挖隧道的专用设备,它集土(岩)体开挖、渣土排运、整机推进及管片安装等功能于一体,实现了隧道一次开挖成形。盾构与 TBM 法施工具有安全、快速、噪音小、地表沉降小等特点,广泛应用于地铁、铁路、公路、市政、水电隧道等工程。其中盾构机具有一个筒状的金属外壳,可以在金属外壳的掩护下作业,确保了施工安全,故盾构主要用于软土隧道施工,而 TBM 主要用于岩石隧道施工。盾构与 TBM 如图 1-7 所示。



a)盾构



b)TBM

图 1-7 盾构与 TBM

(4) 沉管法

沉管法指先在隧址以外的临时干坞或船台上预制隧道管段(每节长 60 ~ 140m,多数为 100m 左右,最长达 268m),管段两端用临时封墙密封,浮运到指定位置上,在预先挖好的基槽上沉放下去,通过水力压接法进行水下连接,再覆土回填,完成隧道施工。沉管法是修建水底隧道的主要方法之一,如图 1-8 所示。



a)管段制作



b)管段浮运

图 1-8 沉管法施工现场

新奥法是目前我国铁路隧道施工的主要方法,故该书重点介绍新奥法施工隧道的质量检测与验收。

2. 隧道施工要点

(1) 合理选择施工方法。施工方法应该结合隧道工程地质条件与工程结构条件综合选择,当隧道断面较大(如双线隧道)时,可以考虑采用台阶法、双侧壁导坑法、中隔壁法及交叉中隔壁法等有利于开挖面稳定的施工方法;当围岩条件软弱时,应坚持“短进尺、弱爆破、强支护、快衬砌”的原则。

(2) 合理确定支护参数。喷射混凝土、锚杆、钢拱架等初期支护的支护参数应该与围岩级别以及施工方法相适应,必要时设置临时仰拱,以确保初期支护步步成环。钢拱架应设置锁脚锚杆或锁脚锚管,保证拱部初期支护的稳定。

(3) 施工过程中要保护围岩。隧道开挖应尽量做到不损伤或少损伤围岩的固有承载能力,采用机械开挖和控制爆破技术以及超前支护、预注浆技术等各种辅助施工手段,增强围岩的自支护能力。

(4) 隧道衬砌工程做到内实外美。隧道衬砌工程泛指模筑混凝土、喷射混凝土、干砌和浆砌工程等。内实,关键是保证“五密实”,即混凝土捣固要密实,喷混凝土与围岩结合要密实,二次衬砌与初期支护要密实,喷混凝土与钢拱架支护、围岩三者结合要密实,回填石料要密实。外美,即混凝土外观质量要达标。其中,内实是关键。

(5) 隧道施工要重视环境。隧道施工环境包括内部环境和外部环境。内部环境指隧道施工作业的环境。由于隧道施工空间小,多工种同时施工对作业环境产生污染,直接危害施工人员的身心健康,因此,在施工过程中要不断改善作业环境。外部环境是指隧道施工对周边环境的影响,如施工污水、弃渣处理,施工噪声扰民等。重视环境保护是社会进步的要求,环境技术是随着社会发展而发展的,在隧道施工过程中许多标准是根据环境保护的要求而制定的。

(6) 坚持动态施工。隧道施工过程中的地质条件是不不断变化的,岩石的力学状态也是不断变化的。施工过程中要采用各种不同的施工方法和技术,以适应这种变化的状态。隧道施工决策应该建立在施工阶段的地质勘察技术、围岩量测技术及质量控制技术的基础之上,坚持动态设计、动态施工。

总之,隧道施工应该做到:隧道开挖轮廓必须满足设计隧道净空的要求,确保洞内良好的作业环境,确保各种初期支护工作状态稳定,防水层材料与施工质量良好,二次衬砌背后回填密实,衬砌的强度、厚度及内部钢筋符合设计要求,同时,施工中应加强监控量测,实现动态设计与动态施工。

隧道施工中常出现的问题

目前,铁路隧道施工中常出现的主要问题有:

(1) 地质预报准确性不高。施工阶段地质预报技术还不完善,缺乏有效的判断方法和手段,预报的准确性有待进一步提高。预报技术的应用与管理尚不到位,对设计、施工的指导作用还未得到充分发挥。

(2) 围岩损伤、松动情况常有。在施工过程中,人们没有牢固树立“保护围岩、爱护围岩”的观点和理念,致使不能有效地控制围岩的损伤和松弛。如:为加快施工进度,在掘进时,不按爆破设计用药量装药,随意增加药量,使围岩损伤严重;或初期支护施作不及时,使围岩暴露时间过长,引起围岩松动,这些现象都是造成隧道施工塌方的隐患。

(3) 重外美,轻内实。衬砌结构存在严重的隐患。如:衬砌厚度不够,欠挖不处理,使得衬砌厚度严重不足;衬砌背后填充不按规定施工,存在空洞;衬砌初期开裂普遍存在;拱脚、基底清理不彻底便浇筑混凝土;拱部和边墙接触不密实,不能形成衬砌整体作用。例如宁夏某隧道,由于种种原因,隧道衬砌做完后,衬砌混凝土出现了大量的裂缝。在 1500m 范围内有 5 段裂缝发育区,其中一条连续纵向裂缝长达 33m,裂缝的最大宽度达 20mm,最大水平错距达 40mm。这些裂缝对结构的稳定及建成后隧道的安全运营构成了潜在的威胁。又如陕西境内某黄土隧道,由于土压力大,施工中衬砌混凝土存在质量问题,隧道尚未通车,衬砌便先由局部

开裂发展为结构失稳,最终导致大范围的塌方。

(4) 地下水处理始终是薄弱环节。防水工程施工质量存在问题,造成隧道成洞地段渗水、漏水现象时有发生。例如:辽宁八盘岭隧道、吉林密江隧道都是在建成后不久,便出现大量渗漏,春、夏、秋三季隧道变成了“水帘洞”,冬季洞内则变成了“冰湖”。由于反复冻融,造成衬砌结构开裂。为了不使结构遭受进一步破坏,防止隧道的大量渗漏,两隧道均不得不提前大修,在原衬砌内部复衬一层混凝土。虽然这一措施暂时使问题得以解决,但隧道断面减小,限界受侵,影响行车。

(5) 工程质量检测未形成体系。施工阶段工程质量的检测体制不完善,缺乏有效的检测手段和方法。

(6) 环境意识薄弱。洞内施工作业环境欠佳,水管漏水,通风管漏风,粉尘含量及废气超过标准值,洞外弃渣随处处理,污水未经处理排放等。

(7) 工程技术人员经验不足。参加施工人员(技术人员、管理人员及职工)的应变能力不强,不能及时对不良施工灾害做出预测,一旦出现施工灾害,有时束手无策。

(8) 没有真正地实现隧道的动态施工和动态管理。如隧道施工的地质条件经常变化,如何根据施工实际情况,改变施工方法以适应变化的地质条件,同时相应地改变施工组织以适应施工方法并加以控制仍是难点。

(9) 现代化管理手段欠缺。隧道洞内施工干扰普遍存在,如何统一调度,缺少现代化的管理方法和手段。

这些问题的存在是多方面原因造成的,包括设计方、施工方、业主方、监理方等。有效解决这些问题,能显著提高隧道施工技术和施工管理水平。



四 隧道施工质量检测与验收的内容

铁路隧道的建设是百年大计,保证工程质量是业主的基本要求,施工检测作为质量管理的重要手段越来越为人们所重视。新奥法施工的主要工序有:超前地质预报、钻眼爆破、通风排烟、出渣运输、初期支护、量测、施作防水层、二次衬砌等,当围岩软弱时,还需要采取超前支护或预注浆等措施。隧道施工检测与验收就是对隧道施工各个工序所进行的质量检查与验收工作。主要包括:

1. 超前地质预报质量检测与验收

隧道地质条件具有复杂多变性,要在勘察阶段准确无误地确定工程岩体的状态、特征,并准确预测隧道施工中可能引发的地质灾害的位置、规模及性质,是十分困难的。因此,在隧道施工阶段,利用地质素描、钻探及物探等综合勘察手段预测施工掌子面前方的地质情况,对于安全施工、提高工效、避免事故损失是非常必要的。为了督促和加强超前地质预报工作的开展,进行施工阶段的超前地质预报质量检查也是必要的。

2. 超前支护与预加固施工质量检测与验收

在浅埋、严重偏压、岩溶、流泥地段,砂土层、砂卵(砾)石层、自稳性差的软弱破碎地层,断层破碎带以及大面积淋水或涌水地段进行施工时,隧道在开挖后自稳时间小于完成支护所需时间,或初期支护的强度不能满足围岩稳定的要求时,必须在隧道开挖前或开挖中采用超前支护与预注浆技术等辅助施工措施,以增强隧道围岩稳定性。显而易见,做好辅助施工措施的质量检测工作是确保隧道安全施工的必要保证。

3. 原材料质量检测与验收

工程所需的原材料、半成品、构配件等都将成为永久性工程的组成部分,所以,它们的质量直接影响到未来工程的质量,因此,需要事先对其质量进行严格控制。

在隧道工程的常用材料中,衬砌材料属土建工程的通用材料,其检测方法可参阅有关文献;支护材料和防排水材料较具隧道和地下工程特色。支护材料包括:锚杆、喷射混凝土和钢拱架等;隧道防排水材料包括:注浆材料、防水板、土工布和防水混凝土等。

4. 开挖质量检测与验收

爆破成型质量对后续工序的质量影响极大。目前,爆破成型质量检测技术发展很快,我国在一些铁路隧道施工中也已开始使用断面仪及时检测爆破成型质量。该仪器可以迅速测取爆破后隧道断面轮廓,并将其与设计开挖断面轮廓相比较,从而得知隧道的超欠挖情况。应用隧道断面仪还可检测隧道围岩的变形情况。

5. 初期支护施工质量检测与验收

初期支护施工质量主要指锚杆安装质量、喷射混凝土施工质量和钢拱架施作的质量。对于锚杆,施工质量检测的内容有:锚杆的间距、排距,锚杆的长度,锚杆的方向,注浆式锚杆的注浆饱满度,锚杆的抗拔力等。对于喷射混凝土,施工中应主要检测其强度、厚度和平整度。对于钢拱架,则要检测构件的规格与节间连接,钢拱架间距,钢拱架与围岩的接触情况以及锚杆的连接。此外,对支护背后的回填密实度也要进行探测。

6. 施工监控量测

新奥法隧道施工的特点是借助现场量测对隧道围岩进行动态监测,并据以指导隧道的开挖作业和支护结构的设计与施工。因此,量测工作是监视设计、施工是否正确的眼睛,是监视围岩是否安全稳定的手段,它始终伴随着施工的全过程,是新奥法隧道施工非常重要的一环。量测的基本内容有:隧道围岩变形量测、支护受力和衬砌受力量测等。量测工作的目的为:

(1) 掌握围岩动态和支护结构的工作状态,依据量测结果修改设计,指导施工。

(2) 预见事故和险情,以便及时采取措施,防患于未然。

(3) 积累资料,为以后的设计提供类比依据。

(4) 为评价隧道安全性提供可靠的信息。

(5) 量测数据经分析处理与必要的计算和判断后,进行预测和反馈,以保证施工安全和隧道稳定。

7. 防排水施工质量检测与验收

渗漏水是隧道的常见病害之一,防排水的施工质量直接影响到隧道的功能和使用寿命。隧道防水应遵循“防、截、排、堵相结合,因地制宜,综合治理”的原则,使之既能自成体系,又能相互配合,形成一个完整的隧道防排水体系。防排水施工质量检测与验收主要包括:洞内外排水系统质量检测与验收、防水层施工质量监督与验收、施工缝与变形缝防水施工质量监督与验收及防排水材料质量检测与验收等。

8. 衬砌施工质量检测与验收

混凝土衬砌质量检测包括:衬砌的几何尺寸、衬砌混凝土强度、混凝土的完整性、混凝土裂缝、衬砌背后的回填密实度和衬砌内部钢架、钢筋分布等的检测。其中,外观尺寸可直接用直尺量测,混凝土强度及其完整性则需选用无损检测技术完成,混凝土裂缝可用塞尺等简单方法

检测,衬砌背后的回填密实度可采用地质雷达法和钻芯法检测。

9. 施工环境检测与验收

施工环境检测的主要任务是检测施工过程中隧道内的粉尘、有害气体含量和噪声指数不超标,保证施工安全,确保洞内作业人员身体健康并提高劳动生产率。这里的有害气体主要指 CO 、 CO_2 、 NO 、 NO_2 、 SO_2 、 H_2S 及瓦斯等。粉尘是指悬浮在空气中的固体微粒,根据微粒的大小可分为飘尘、降尘、悬浮微粒等。隧道施工噪声的主要来源是钻孔、爆破、喷浆、出渣及风机作业等。

任务二 隧道施工质量检测与验收的依据和方法



隧道施工质量检测与验收的依据

本书以高速铁路隧道为对象,重点介绍其施工质量检测与验收,依据为《高速铁路隧道工程施工质量验收标准》(TB 10753—2010),以下简称为《标准》。该标准是高速铁路隧道工程施工质量验收的标准尺度,是设计、施工、监理、监督等部门进行质量检查与认定的依据。

按照《标准》进行质量验收时,同时还应以设计文件和《高速铁路隧道施工技术指南》(铁建设[2010]241号)(以下简称《施工技术指南》)的有关规定为依据。设计文件中对隧道各部分结构尺寸、材料强度的要求是质量检测与验收的基本依据;隧道施工过程的工艺要求,施工阶段结构材料强度、结构内力和变形控制要以《施工技术指南》的有关规定为依据。



隧道施工质量检测与验收的方法

1. 一般规定

(1) 施工现场质量管理体系

高速铁路隧道工程施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、健全的质量管理体系和施工质量检验制度。施工单位应在全面质量管理基础上,制定和完善岗位质量标准、质量责任及考核办法,加强施工过程中的现场标准化管理和过程控制管理。施工现场质量管理检查记录应由施工单位在施工前按表1-1的规定填写,总监理工程师进行检查,并做出检查结论。

(2) 施工质量控制要求

高速铁路隧道工程应按下列规定进行施工质量控制:

①工程采用的主要材料、构配件和设备,施工单位和监理单位应按《标准》的规定进行检验,不合格的不能用于工程施工。

②各工序应按施工技术标准进行质量控制,每道工序完成后,施工单位应进行检查,并形成记录。

③工序之间应进行交接检验,上道工序应满足下道工序的施工条件和技术要求;相关专业工序之间的交接检验应经监理工程师检查认可。未经检查或经检查不合格的,不得进行下道工序施工。

(3) 施工质量验收要求

高速铁路隧道工程施工质量应按下列规定进行验收:

①工程施工质量应符合《标准》和相关专业验收标准的规定。

施工现场质量管理检查记录表 1-1

单位工程名称			开工日期		
建设单位			项目负责人		
设计单位			项目负责人		
监理单位			总监理工程师		
施工单位			项目负责人		项目技术负责人
序号	项目				检查情况
1	开工报告				
2	现场质量管理体系				
3	质量责任制				
4	工程质量检验制度				
5	施工技术标准				
6	施工图现场核对情况				
7	设计文件				
8	交接桩及施工复测资料				
9	施工组织设计及审批手续				
10	环境保护方案及审批手续				
11	安全专项方案及审批手续				
12	监控量测实施细则及审批手续				
13	超前地质预报实施细则及审批手续				
14	主要专业工种操作上岗证书				
15	管理层、技术层、作业层人员质量责任登记表				
16	施工检测设备 & 计量器具设置				
17	材料、设备管理制度				
18	教育培训制度和考核上岗制度				
19	现场标准化作业管理制度和实施细则				
检查结论:					
总监理工程师 年 月 日					

- ②工程施工质量应符合工程勘察、设计文件的要求。
- ③参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格;各种检查记录签证人员应报建设单位确认、备案。
- ④工程施工质量的验收均应在施工单位自行检查评定的合格的基础上进行。
- ⑤检验批的质量应按主控项目和一般项目验收,并对作业人员进行核查确认。
- ⑥对涉及结构安全和使用功能的分部工程应进行抽样检验。
- ⑦单位工程的综合质量应由验收人员通过检查共同确认。

2. 隧道施工质量验收单元的划分

- (1) 高速铁路隧道工程施工质量验收划分为单位工程、分部工程、分项工程和检验批。
- (2) 单位工程应按一个完整工程或一个相当规模的施工范围划分,并按下列原则确定:
- ①一座隧道宜作为一个单位工程,长隧道和特长隧道可按施工标段划分为若干个单位工程。
- ②斜井、平行导坑、竖井或独立明洞(或棚洞)可作为一个单位工程。
- (3) 分部工程应按一个完整部位或主要结构及施工阶段划分。
- (4) 分项工程应按工种、工序、材料、施工工艺等划分。
- (5) 检验批应根据质量控制和施工段需要划分,其检验项目分为主控项目和一般项目。
- 分部、分项工程划分和检验批检验项目应符合表 1-2 中规定。

分部工程、分项工程和检验批检验项目

表 1-2

序 号	分 部 工 程	分 项 工 程	检 验 批
1	加固处理	地表注浆加固	≤20m
		井点降水	≤20m
		旋喷桩	≤20m
		灰土挤密桩	≤20m
		洞内预注浆	每个循环
2	洞口及缓冲结构工程	开挖	每个洞口
		模板	每个洞口
		钢筋	每个洞口
		混凝土	每个洞口
		洞口防护	每个洞口
3	洞身开挖	超前地质预报	每次
		洞身开挖	≤24m
		隧底开挖	≤24m
		弃渣场防护	每处
4	支护	监控量测	每个断面处
		喷射混凝土	≤24m
		锚杆	≤24m
		钢筋网	≤24m
		钢架	≤24m
		管棚	每环
		超前小导管	≤24m
		初期支护结构	≤24m
5	衬砌	模板	每 2 个安装段
		钢筋	每 2 个安装段
		混凝土	每 2 个衬砌循环
		回填注浆	每 2 个衬砌循环
		综合接地	每 2 个衬砌循环
		沉降观测与评估	每个单位工程