

广西交通运输行业指南

《公路隧道改扩建技术规程》

编制说明

一、任务来源、起草单位和主要起草人

（一）任务来源

根据 2022 年 4 月，广西壮族自治区交通运输厅发布的《广西壮族自治区交通运输厅关于下达 2022 年度广西交通运输标准化项目计划的通知》（桂交科教发〔2022〕27 号），广西交建工程建设集团有限公司提出，广西路桥工程集团有限公司、重庆交通大学、广西交通设计集团有限公司、广西交投科技有限公司、广西桂鹿高速公路有限公司共同起草的广西交通运输行业指南《公路隧道改扩建技术指南》列入 2022 年广西交通运输行业指南清单，且已获得批复。

（二）起草单位和主要起草人

广西壮族自治区交通运输行业指南《公路隧道改扩建技术规程》项目任务下达后，广西交建工程建设集团有限公司成立了标准编制工作组，制定了标准编写方案，明确任务职责，确定工作技术路线，开展标准研制工作，具体标准编制工作由广西路桥工程集团有限公司、重庆交通大学、广西交通设计集团有限公司、广西交投科技有限公司、广西桂鹿高速公路有限公司相关人员配合。

本标准负责起草单位：广西交建工程建设集团有限公司。

本标准参与起草单位：广西路桥工程集团有限公司、重庆交通大学、广西交通设计集团有限公司、广西交投科技有限公司、广西桂鹿高速公路有限公司。

本标准主要起草人：杨占峰（项目负责人）、青志刚、秦大燕、林志、周富华、周祥、韦良文、黄云、黄先滨、杨红运、彭帆、黄伟伦、郭懿、劳家荣、卢忠玉、蓝健宁、黄日仙、李彩霞、廖巧玲、义翔、匡波、梁晓林、蓝东杰、韦雯、张志超。

杨占峰负责整个项目的技术及组织协调工作；青志刚负责整个项目的技术指导；秦大燕负责大纲编制，林志负责技术指导；周富华负责整个项目进度管理。

二、制定标准的必要性和意义

根据广西壮族自治区统计局《2020年广西壮族自治区国民经济和社会发展统计公报》显示，截至2020年末广西公路总里程13.16万公里，比上年末新增0.38万公里，其中高速公路里程为6803公里，比上年末新增777公里；年末全区民用汽车保有量752.06万辆，比上年增长11.3%；全年全区货物运输总量18.75亿吨，比上年增长2.4%。汽车保有量的大幅增加，公路客货运输量持续快速增长，造成交通拥堵，甚至引发恶性交通事故，迫切需要扩大道路通行能力。

根据《广西高速公路网规划（2018-2030）》，广西将建成“互联多区、汇聚核心、外通内畅、衔接充分、布局平衡、可靠高效”的高速公路网。《规划》指出广西将新增高速路线里程约6600公里，高速公路扩建里程1400公里，规划至2030年全区高速公路总规模15200公里。

公路改扩建工程具有投资少、用地省、适应发展等优点，因此通过实施改扩建工程提升路网服务水平成为今后相当一段时间的必然选择。隧道作为大部分高速公路中的组成部分之一，其特点为洞内行车环境相对洞外较差，洞内实际行车速度往往低于设计时速，因此容

易成为交通拥堵乃至交通瘫痪的主要原因，对于隧道工程本身的改扩建有时比整条高速公路改扩建来得更加迫切。但由于公路隧道改扩建缺乏相关规范，现有隧道改扩建规范操作性不强、指导性不足，需要制定适应公路隧道改扩建特点的设计与施工技术标准，以指导后续类似隧道改扩建工程建设。

三、主要起草过程

（一）成立标准编写组，召开编写组第一次工作会议

广西壮族自治区交通运输行业指南《公路隧道改扩建技术指南》项目任务下达后，广西交建工程建设集团有限公司成立了标准编制工作组，并于2022年8月上旬召开编写组第一次工作会议。会议制定了标准编写方案，明确任务职责，内部审查制度，确定工作技术路线，各编制组成员在学习有关政策法规和标准化制度文件后，开展标准研制工作。

杨占峰负责整个项目的技术及组织协调工作；青志刚、林志负责整个项目的技术指导；秦大燕负责大纲编制；周富华负责整个项目进度管理。其余参与人员根据安排参与标准的编写。

（二）收集整理文献资料

本标准起草人员的前期研究工作分为资料调查与研究、工程案例及数据收集检验、总结完善3个步骤进行：1、调研了国内外大量关于隧道改扩建的设计、施工、管理相关的标准规范及研究成果；2、搜集了国内及广西地区隧道改扩建实际案例及数据资料；3、对搜集到的资料进行分类整理和研究，为下一步的规范研究提供必要的指导和技术支撑标准编制，工作组收集了隧道改扩建相关文献资料、标准

规范。主要有：

GB 6722 爆破安全规程

JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范

JTG 2232 公路隧道抗震设计规范

JTG 3370.1 公路隧道设计规范

JTG/T 3660-2020 公路隧道施工技术规范

JTG C10 公路勘测规范

JTG C20 公路工程地质勘测规范

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

（三）研讨确定标准主体内容

标准编制工作组在对收集的资料进行整理研究之后，标准编制工作组召开了标准编制会议，对标准的整体框架结构进行了研究，并对标准的关键性内容进行了初步探讨。经过研究，标准的主体内容确定为范围、规范性引用文件、术语和定义、调查与评估、基本规定、总体设计、结构设计、防排水、施工组织、隧道改建施工、扩建隧道施工、增建隧道施工、特殊地段施工、监控量测与超前地质预报、安全措施、环保措施。

（四）调研修改形成征求意见稿

为确保本标准的编写工作有序开展，编写工作组在前期大量的研究工作的基础上，于 2022 年 9 月上旬完成了《公路隧道改扩建技术指南》的编制大纲和工作大纲，并经内部评审讨论后，于 2022 年 9 月 16 日召开了大纲外部评审会，评审会针对大纲共提出了 17 条建议

和意见。根据大纲评审专家的意见，以修改完善后的大纲作为项目的工作指导，编写工作组开展了标准正式的编写工作，并于 2023 年 2 月下旬完成了工作组讨论稿，于 3 月对讨论稿进行了内部讨论，根据内部讨论意见修改后形成了广西交通运输行业指南《公路隧道改扩建技术指南》（征求意见稿初稿）。于 2023 年 5 月 15 日召开征求意见稿讨论会，对征求意见稿进行会审，根据会审意见修改后形成征求意见稿。

（五）开展征求意见，完善形成送审稿

为确保本标准的可行性和适用性，于 2022 年 9 月 28 日向社会公开征求意见，于 2023 年 11 月 3 日，完成征求意见工作，并对征集到的意见进行汇总处理。2023 年 11 月 20 日，根据征求反馈的意见进行修改完善后形成送审初稿，并聘请专家进行审稿。2023 年 11 月 28 日，按照审稿专家意见进行修改完善后形成送审稿。

（六）召开技术审查会，形成报批稿

2024 年 1 月 8 日召开技术审查会，对标准送审稿进行技术审查，技术审查专家建议本标准名称修改为《公路隧道改扩建技术规程》，编写小组会后根据专家意见进行修改完善，形成报批初稿。2023 年 3 月聘请统稿专家和格式专家对报批初稿进行统稿和格式审查，修改完善后形成报批稿，之后申请开展标准报批工作。

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规的关系与有关国家标准、行业标准的协调情况

（一）标准制定原则

本标准的编制遵循国家、行业和广西壮族自治区现行有关标准的规定。编写工作组充分调研了国内外及广西地区隧道改扩建工程案例、数据资料及研究成果,研究和分析了国内外隧道改扩建工程设计、施工与管理的现状,以及国内隧道改扩建工程施工的新技术。经过编写工作组成员讨论,确定标准编制遵循以下基本原则:

1. 科学性原则

本标准分析了国内外公路隧道改扩建工程现状,结合国内及广西地区隧道改扩建工程案例,在此基础上对已发布的相关标准、规范、规程、标准进行整理、归纳和分类,建立了科学、实用、合理的公路隧道改扩建设计与施工标准。

2. 承接性原则

本标准术语、符号、条文尽量与响应国家、国际、行业和地方标准的规定内容相一致,条文未出现自相矛盾的地方。标准技术内容与国家、国际、行业和地方标准兼容,未出现冲突,保证了一致性。标准技术内容中引用其他标准时,已明确指出所引用标准的内容或名称,增强了标准的可读性和可操作性。

3. 可操作性原则

本标准的起草充分调研了国内外、广西壮族自治区隧道改扩建设计、施工及管理现状,征求了高校、公路管理、设计院、施工单位等领域的专家意见。编写组在此基础上经过反复讨论和修改,编制此标准。标准内容针对性强,可操作性高,易于推广。

(二) 标准与现行法律、法规的关系,与有关国家、行业标准的

协调情况

1. 与《公路隧道设计规范》（JTG 3370.1-2018）和《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）的关系

《公路隧道设计规范》（JTG 3370.1-2018）和《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）中有部分关于隧道改扩建方面的内容。包括对既有隧道扩挖方式选取，围岩受力状态性能检测与沉降监测方式，衬砌结构和构造形式支护参数选取，排水设施布置以及爆破工艺选取等。这些可为本规范提供基础。

2. 与《高速公路改扩建设计细则》（JTG/TL11-2014）的关系

《高速公路改扩建设计细则》（JTG/TL11-2014）当中指出不同设计速度下，对利用的既有隧道应重新确定建筑限界，其中规范对于不同设计速度下做出了基本规定，可为本规范提供基础。其中扩挖隧道与既有隧道各方面的相互影响，支护参数、辅助施工措施等施工技术缺少量化指标与具体措施，可能会造成现场施工随意性较大，在本规范编制中可进行量化。

3. 与《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80 / 1-2017）的关系

《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80 / 1-2017）当中指出常规隧道施工过程中各项质量检验评定标准，可为改扩建后隧道施工提供重要验收依据。

4. 与法律法规及其他标准的关系

本标准的内容与现行的法律、法规及强制性标准无冲突，标准的

编写符合 GB/T 1.1-2020 的要求。

标准编制组承诺：标准的内容符合国家相关法律法规，技术要求不低于强制性国家标准的相关技术要求，与相关的国家、行业推荐性标准协调一致，标准的编写符合 GB/T 1.1—2020 的要求。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

广西交通运输行业指南《公路隧道改扩建技术规程》主要章节内容包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、调查与评估、总体设计、结构设计、防排水设计、施工组织、隧道改建施工、隧道扩建施工、特殊地段施工、监控量测与超前地质预报、安全措施、环保措施。

本标准的编制遵循国家、行业和广西壮族自治区现行有关标准的规定。编写工作组充分调研了国内外及广西地区隧道改扩建工程案例、数据资料及研究成果，研究和分析了国内外隧道改扩建工程设计、施工与管理的现状，以及国内隧道改扩建工程施工的新技术。在此基础上结合广西地区公路隧道改扩建工程施工经验，形成了公路隧道改扩建技术规范。

1. 标准名称

为保证标准的针对性指导作用，计划申请的标准名称为《公路隧道改扩建技术指南》。于技术审查会阶段，技术审查专家因隧道改扩建工程存在较大安全风险，建议标准名称修改为《公路隧道改扩建技术规程》，以保证隧道改扩建工程的施工质量与安全，同时提升标准的标准化与规范化，标准编制组采纳专家意见，同意修改标准名称。

本标准最终名称一方面界定了其应用范围为公路隧道，另一方面限定了其应用对象为隧道改扩建工程的设计与施工技术。

2. 范围

本规范规定了适用对象为广西地区的公路隧道改扩建工程，对其设计与施工的要求与技术指标进行规定。

目前，区内现有的公路隧道多为两车道隧道，其通行能力已日渐不满足广大人民群众的通行需求，许多隧道改扩建工程已提上日程。然而，在隧道改扩建方面可参照的规范、标准相对较少，且可操作性不强，缺乏指导性。如交通运输部发布的《高速公路改扩建设计细则》（JTG/TL11-2014），其中对于隧道扩建描述较为粗略；现行《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）对隧道扩建施工规定更偏向于原则性的规定，缺乏可操作性；现行《公路隧道设计规范》（JTG 3370.1-2018）仅对于隧道扩建设计做出了原则性规定，缺少对既有隧道扩建施工的指导。以上规范、标准对隧道扩建设计、施工给出了原则性的规定，但尚缺乏具体性、可操作性，指标量化尚待进一步确定。综上所述，在自治区内编制本公路隧道改扩建标准，目的是规范化的开展隧道改扩建工程的设计与施工，且达到针对性和可操作性的要求，满足区内隧道改扩建施工技术发展的需要。

3. 术语和定义

本标准涵盖了隧道改扩建施工工作的各种术语和定义，包括隧道改扩建的类型，隧道扩建的方式，部分参考《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）。

4. 基本规定

第 4.1 条: 规定了公路隧道改扩建或增建形式需从哪方面进行考量。

第 4.2 条: 规定了隧道改扩建设计原则, 参考《公路隧道设计规范》第一册 土建工程 (JTG3370.1-2018) 总则 1.0.3 条。

第 4.3 条: 对扩建、增建隧道的设计与施工作出基本原则性规定。

第 4.4 条: 对改建隧道的设计与施工作出基本原则性规定。

第 4.5 条: 规定了改扩建隧道与增建隧道主体结构应按永久性结构进行设计的原则。

第 4.6 条: 规定了隧道改扩建风险评估与管理方面的基本要求。

第 4.7 条: 规定了隧道改扩建选择机械的原则, 参考《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660-2020) 基本规定 4.3.5 条。

第 4.8 条: 规定了隧道改扩建中对四新技术的推广应用, 参考《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660-2020) 基本规定 3.0.4 条。

第 4.9 条: 对改扩建监测及动态施工作出要求, 参考《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660-2020) 17 章改扩建章节 17.2.4 条: 应根据实时监测信息, 动态调整施工参数, 及时进行安全隐患排查, 并进行了进一步的细化。

5. 调查与评价

5.1 一般规定

5.1.1 应针对隧道改扩建特点及规模, 确定调查资料的内容和范围。调查资料应分设计阶段调查和施工阶段调查两个阶段, 调查资

料应完整、准确，满足改扩建设计与施工要求。

条文说明

调查资料是隧道改扩建位置选择、工程布置、结构设计、施工方法及计划工期、工程投资等整个设计工作的依据。因此，调查资料应齐全、整齐。调查工作应分阶段进行。施工前阶段包括工程可行性踏勘、初步勘测和详细勘测三个阶段。施工中的调查应贯穿施工开挖的全过程，包括地质描述、超前探测等预测工作，也包括对既有隧道地质资料的核实工作。

5.1.2 隧道改扩建地质勘察应结合既有隧道的勘察成果，充分利用施工阶段揭示的地质条件，开展地质勘察或补充勘察。

条文说明

既有隧道已经具有完整的施工前调查资料、施工中调查资料，所以改扩建隧道的地质勘察工作要充分利用既有资料，对确需补充勘察的，增加相应勘察工作。

5.1.3 应根据隧道改扩建类型、方案，开展既有隧道内调查，并结合调查情况，进行不同侧重点的既有隧道检测。

条文说明

为尽可能保证改扩建隧道工程影响范围内既有隧道正常使用功能，对既有隧道检测是非常必要的。

5.1.4 应根据调查资料和检测结果，对隧道改扩建工程技术状况、施工安全进行评价。

条文说明

对改扩建隧道进行评估，分析评价隧道结构在施工过程发生剥落和垮塌的可能性，为后续加固补强工作、监控量测提供有效的指导。

5.2调查与核实

5.2.1 设计阶段调查应包含既有隧道的设计、施工、运营等阶段资料，并按设计阶段要求确定调查内容。

--既有隧道设计阶段资料搜集，应包括地质勘察、土建结构设计资料；

--既有隧道施工阶段资料搜集，应包括施工阶段的开挖全过程、施工缺陷与事故、施工记录与设计变更、隧道竣工图纸等内容；

--既有隧道运营阶段资料搜集，应包括隧道运营单位隧道相关检测、养护、维修、加固、事故报告等内容。

条文说明

隧道工程改扩建前期，首先应广泛收集既有隧道设计阶段、施工阶段、运营养护阶段的基础资料，可充分利用既有隧道勘察设计资料、施工及运营资料，对既有隧道施工过程中与设计不一致的段落进行核查，确保改扩建隧道基础资料的准确性，为改扩建方案的确定提供依据。

5.2.2 施工阶段调查应包含施工调查、周边环境调查、交通调查等资料，并根据改扩建工程特点确定调查内容。

条文说明

施工阶段调查主要是对工程条件、工程环境特点和施工条件等施工技术组织的基础资料进行调查，以此作为施工组织设计的依据。

5.2.4 周边环境调查与核实应包含以下内容:

--应对施工便道、用水、供电、通信、施工场地、弃渣、建筑材料、爆破器材等内容进行调查;

--应对工程影响范围内地表冲沟、其他建(构)筑物和设施的现状等进行调查、核实,并提出相应的保护措施;

--调查生态环境保护的一般规定和特殊要求,制定相应施工保护措施。

条文说明

周边环境调查主要为施工条件调查、工程影响范围内地形地貌及建(构)筑物调查、环境保护调查。

5.2.5 交通调查主要包括施工路段影响区域内交通量、可利用的各等级公路,提出交通分流的可行路径,需保障通行时,应制定保通工程措施,并进行交通安全风险评估。。

条文说明

对既有隧道交通调查主要是为了分析预测施工路段和区域路网的交通量,作为交通分流路径、施工便道、应急救援等提供依据。

5.2.6 隧道改扩建地质勘察应根据公路等级、隧址区地形地质条件,按不同阶段要求确定地质调查及工程测绘内容、范围、试验类型等。

5.2.7 应按设计阶段的要求,搜集或测绘地形图、纵断面图等。既有隧道施工导致地形地貌发生变化的,应根据需要重新测绘,测绘资料的图纸内容、精度应满足 JTG C20 和 JTG C10 的要求。

条文说明

JTG C20 和 JTG C10 对工程地质勘察作出了明确规定，需重新绘制地质断面图应参照执行。

5.2.8 隧道改扩建勘察应搜集既有隧道勘察设计、施工、运营等阶段资料。

5.2.9 隧道改扩建的地质勘察，应进行地质风险调查。

5.3既有隧道检测

5.3.1 隧道改扩建应对工程影响范围内既有隧道现状进行调查、检测，并分析评价既有隧道的健康状况。

条文说明

既有隧道所处环境复杂，随着隧道服役期的增长，其结构性能日益衰减。且在隧道改扩建施工中，不可避免对工程影响范围内的隧道造成影响，既有隧道存在发生剥落和坍塌的风险，因此对隧道现场进行调查和检测是非常必要的。

5.3.2 应利用钻探或物探手段加强对既有隧道的检测，查明是否严格按原设计进行施工。

5.3.3 应根据调查、检测结果，对工程影响范围内的既有隧道及其他建（构）筑物进行监测。

5.4评价

5.4.1 隧道改扩建应结合施工、竣工、养护、加固、检测资料对既有隧道结构承载能力和结构安全性进行评价，并分析改扩建施工对既有隧道安全性的影响。

条文说明

既有隧道各个阶段的资料是编制施工方案的基础，是制定风险防控措施的主要依据，要认真解读和分析。

5.4.2 隧道改扩建施工应按照相关规定开展施工安全风险评估，编制风险评估报告，确定安全风险等级、风险处置清单，并提出风险防控措施。

条文说明

《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015）3.0.3 条规定：“公路工程施工前应进行危险源辨识，并应按要求对桥梁、隧道、高边坡路基等工程进行施工安全风险评估，编制风险评估报告，现场应监控。”

5.3.3 隧道改扩建施工安全风险评估应包含对施工方法风险评估，施工期间需保通时，还应对施工期间行车安全风险进行评估。

条文说明

隧址区场地空间受限或路线受限，采用扩挖方案时，需暂停一处隧洞的通行用以施工，对既有公路的通行安全会产生较大影响。

6. 总体设计

6.1 一般规定

改扩建的总体设计是关系到改扩建安全经济的重要一环，包括平面设计、横断面设计、改扩建工法选择和施工工法设计等内容。

6.1.1 隧道改扩建设计应结合路线总体设计、隧道接线条件、工程地质、既有隧道监控条件、交通组织、建设条件等进行经济技术比

较，充分利用既有隧道，合理确定改扩建方式和技术指标。

6.1.2 隧道改扩建横断面设计应结合改扩建方式、前后接线构筑物、平纵指标进行设计、扩建时可采用单侧加宽，双侧加宽断面的形式。

6.1.3 隧道改扩建技术方案应与施工期交通组织方案相互协调，降低施工对运营的影响。

6.1.4 既有隧道有保通要求时，隧道改扩建方案应充分考虑改扩建施工对通行的不利影响，结合施工方法、交通组织、安全控制措施等进行隧道结构设计。

条文说明

隧道改扩建主要应用于已建成的项目，既有隧道往往需要进行施工期保通，因此在考虑改扩建方案时，需要考虑保通的需求，合理采取结构方案、施工方案、安全措施及交通组织方案。

6.2平纵设计

6.2.1 隧道改建时，宜保持现有公路路线平纵指标，并充分利用既有隧道。

6.2.2 隧道采用扩建时，隧道的平纵指标宜进行小幅度调整，减小前后接线的影响范围。

6.2.3 增建隧道与既有隧道的净距应考虑增建隧道施工对既有隧道造成的不利影响，增建隧道与既有隧道的净距不宜小于1.5倍增建隧道及既有隧道的最大开挖宽度。

条文说明

在既有隧道一侧新建隧道时，新建隧道的施工开挖、爆破等会对山体造成扰动，一定程度上会增加既有隧道的风险，因此，从源头上控制新建隧道及既有隧道的相互干扰十分必要，有条件时建议适当加大新建隧道与既有隧道的间距。

6.2.4 隧道前后接线的长度应满足交通分流的要求，纵坡应满足排水需要。

6.3 横断面设计

6.3.1 隧道改扩建横断面设计时，应尽可能利用既有隧道的净空，减少新增的开挖面积。

条文说明

改扩建隧道的横断面设计应符合相关建筑限界要求。隧道改扩建时应尽可能利用既有隧道的空间，减少扩建造成的扰动，避免不必要的投资。

6.3.3 隧道改扩建的设计标高位置宜根据平纵线形需要及内轮廓相对位置关系确定，原位改扩建时，设计线位置及设计标高位置宜维持在原位置。

6.3.4 双洞隧道扩建单侧加宽时，不宜向缩小双洞净距一侧加宽，条件限制时应避免同时向缩小双洞净距一侧加宽。

条文说明

既有双洞隧道，施工期间就存在相互开挖造成的共同扰动区，采用向两洞中间进行增大断面时，会造成两洞的扰动区相互重叠，具有明显的小净距隧道效应，有条件时应尽可能减少扩大断面造成的两洞

间扰动区重叠。

6.3.5 隧道改扩建时，宜利用隧道内的紧急停车道、人行横通道位置、净距和建筑界限。

6.3.6 隧道扩建时，隧道仰拱断面大小应考虑既有隧道的仰拱地基情况以及施工的便利性，合理设计仰拱弧度、深度。

6.3.7 隧道改建时，因维修加固需要降低通行需求时，既有隧道的横断面应满足 JTG 3370.1 的相关要求。

6.3.8 隧道增建的内轮廓设计应根据建筑限界要求确定，并符合 JTG 3370.1 与 JTG 2232 的有关规定。

6.4 改扩建方式选择

6.4.1 隧道的改扩建方案应结合隧道通行要求，前后接线条件，既有隧道结构情况，施工可行性，经济性，安全性等因素设计，可采用新增隧道、既有隧道原位扩建、一侧新增隧道、既有隧道改建以及增建，改建扩建组合的方式。

6.4.2 因道路通行标准变化，使用功能变化，现有线形标准和横断面宽度，结构功能满足要求时，宜优先采用隧道改建方式。

条文说明

隧道的改扩建方式需要根据功能需要进行确定，需要综合考虑经济性、安全性、可行性，一般来说隧道的改扩建方式包括改建、增建、扩建。

6.4.3 既有隧道较短，工程规模不大时，单洞二车道通行改为三车道通行时，宜采用原位扩建。

6.4.4 既有隧道单洞两车道通行改为四车道通行时，经经济性和安全性分析后，宜采用既有隧道两侧新增隧道方式进行扩建。

6.4.5 既有隧道双洞隧道扩建，其中一洞无法采用增加新增隧道时，可采取一洞扩建，一洞新增的组合方式。

条文说明

隧道改扩建方式的选择需要根据前后接线、既有隧道结构形式、隧道长短及工程规模等因素综合考虑，单洞两车道短隧道扩建为三车道隧道时，从减少前后既有结构的影响角度可采用原位扩建方式；考虑到施工安全性、可行性和工程造价因素，两车道扩建为四车道时，宜采用两侧新增隧道的方案；对于既有双洞隧道无法双洞原位扩建的情况，可采取增建与扩建组合的方式。

6.4.6 既有连拱隧道不宜采用扩建方式，确有必要时，应经过充分论证，加上施工安全措施及扩建隧道的结构承载力。

6.4.7 既有隧道病害严重，存在重大安全隐患时，经技术、安全论证后，可废弃原有隧道，结合隧道前后连接段改造，新建隧道。

6.4.8 两车道及两车道以上标准宽度的既有隧道大于 1km 时，不宜采用原位扩建方式增加车道。

6.5 施工工法设计

改扩建应重视施工工法的选择，尤其要关注施工期间造成的围岩扰动及爆破振动对既有隧道的不利影响。尽可能采用小断面、短进尺、及时跟进、少扰动的施工工法。

6.5.1 改扩建的施工工法应根据改扩建方式、围岩级别、既有隧

道的病害情况、开挖断面大小以及保通需求综合确定。

6.5.2 新增隧道与既有隧道净距超过 1.5 倍新建隧道及既有隧道的跨度时，新建隧道的施工工法可按照 JTG/T 3660 执行，但对开挖进尺、爆破振动速度应进一步严格要求。

6.5.3 隧道改建利用既有隧道衬砌时，应对既有隧道衬砌的保护提出要求，施工方案应尽可能采用切割、静态开挖及振动松动爆破等开挖方法。

6.5.4 单洞两车道扩建为单洞三车道时，V 级围岩段扩建段可采用侧导坑、台阶法，IV 级以上的围岩可采用台阶法。

6.5.5 单洞两车道扩建为单洞四车道时，宜采用侧导坑开挖，V 级围岩可采用侧导坑核心土开挖，IV 级围岩以上可采用侧导坑台阶法开挖。

6.5.6 隧道改扩建的结构拆除工法宜采用分段机械切割凿除开挖，围岩较好时，可采用分段机械切割松动爆破开挖。

6.5.7 既有隧道有保通需要进行扩建时，隧道扩建开挖应充分考虑对既有通行隧道的不利影响，开挖工法宜配合中夹岩加固措施，按照“小断面、短进尺、弱爆破、少扰动”的原则选取。

6.5.8 横通道、紧急停车带、配电横洞等附属结构施工方法应根据断面大小、围岩分级、既有衬砌情况合理选择。

7. 结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 公路隧道改扩建新增隧道及原位扩建宜采用复合式衬砌，

三级及三级以下的公路隧道可采用整体式衬砌及喷锚支护。

7.1.2 复合式衬砌应综合考虑围岩地质条件、断面形状、支护结构、施工条件及围岩自承载能力合理设置，并满足安全性、耐久性、稳定性要求。

7.1.3 复合式衬砌可根据工程类比、计算分析综合确定，施工期间应根据监控量测结果进行动态设计。

条文说明

目前国内主流的隧道设计施工理念为新奥法隧道设计施工理念，考虑到该理念较为成熟，因此公路隧道的新建和扩建隧道宜采用体现新奥法原理的复合式衬砌，重视动态设计施工及监控量测。

7.1.4 利用既有隧道进行改扩建时，应结合既有隧道病害情况、结构设计类型、检测及结论对需要加固段落进行加固。

7.1.5 两车道标准断面隧 IV、V 级围岩段、两车道以上断面 III、IV、V 级围岩段宜进行明洞及二次衬砌计算承载力验算分析，验算分析应按照破损阶段法进行验算。

7.1.6 隧道松散围岩压力可采用荷载结构法进行计算，应根据不同的围岩、深浅埋、小净距情况以及不良地质进行计算。

7.1.7 对既有隧道进行维修加固时，应根据维修加固的功能需要进行加固。进行临时加固时，可不考虑其永久安全性的要求。进行永久维修加固时，应根据既有隧道需要达到的技术标准，充分考虑其安全性、耐久性的需要。

条文说明

隧道的维修加固根据作用不同可分为临时加固和永久加固，考虑隧道的维修加固作为永久加固时应考虑安全性、耐久性要求。

7.2 衬砌结构

7.2.1 复合式衬砌初期支护及二次衬砌，初期支护与二次衬砌之间应设预留变形量，围岩变形可对既有隧道造成不利影响时，应采取控制开挖工法、加强支护、加强锁脚、控制开挖进尺及断面大小等手段限制围岩变形。

7.2.2 新增隧道与既有隧道、分离式既有隧道原位扩建后为小净距隧道时，应考虑小净距的不利影响，对中夹岩进行加固，并相应加强支护。

7.2.3 隧道衬砌轮廓宜采用曲墙式拱形断面，两车道标准断面宽度及两车道以上断面宽度 IV、V 级围岩宜设置仰拱，III 级围岩段落应根据地质条件、地下水、隧道断面宽度情况综合设定仰拱形式。

7.2.4 原位扩建隧道拆除衬砌前应设置超前加固，超前加固可采用锚杆和注浆小导管进行，注浆小导管设计时应应对注浆压力提出技术要求。

7.2.5 新增隧道及原位扩建隧道二次衬砌应根据开挖宽度、围岩级别、地下水情况合理配筋，不良地质段二次衬砌宜采用钢筋混凝土结构。

7.2.6 因变形控制、地质条件、施工安全、早强等需要时，初期支护宜采用型钢拱架，二次衬砌宜考虑承担较大比例的荷载。

7.2.7 地下水富水段，环境腐蚀较为严重时，钢筋混凝土衬砌裂

缝宽度应控制不大于 0.10mm。需要控制裂缝宽度的地段，隧道衬砌分布钢筋间距宜适当减小，但不宜小于主筋间距。

7.2.8 岩溶充填物、土质地段可不设置锚杆，可采用全环注浆、加密钢架、提高二衬承载比例等方式支护。

条文说明

二衬是公路隧道重要的一道环节，是保障运营安全性及耐久性的重要构件，从提高投资效益成本比的角度，针对不良地质、耐久性需要等情况，二次衬砌应提高承载比例。

7.2.9 原位扩建四车道隧道可采用双层钢架初支，双层钢架初支锁脚宜进一步加强，锁脚与钢架之间应进行有效连接。

条文说明

单洞四车道隧道断面过大，隧道开挖后岩体不宜自稳定，且存在较长时间的应力调整，对结构初期承载能力要求高，因此，宜采取双层初支、加强锁脚等措施。

7.3 荷载

7.3.1 隧道改扩建荷载应根据地形、地质、埋深、支护条件、施工方法、隧道间距等确定，一般情况下可采用松散围岩压力，围岩埋深较深，存在长期应力释放时，宜考虑释放围岩压力。

7.3.2 隧道的松散围岩压力可根据围岩级别不同、深浅埋、小净距情况按照 JTG 3370.1 相关要求计算。

7.3.3 增建隧道可按照新建隧道计算围岩压力，与既有隧道相互干扰时，增建隧道应按照小净距隧道进行荷载计算。

7.3.4 增建隧道施工对既有隧道造成影响时，既有隧道应考虑新增荷载的不利影响，新增荷载可按照小净距荷载进行计算后扣除原设计荷载。

7.3.5 既有隧道采用原位扩建时，其荷载计算需要考虑既有隧道小净距影响，并应考虑既有隧道施工对围岩的前期扰动，可采用降低既有围岩的 BQ 值或者围岩物理力学参数进行考虑。

7.3.6 既有隧道前期施工期间发生塌方时应考虑应根据塌方高度、塌方横向范围以及塌方潜在影响区确定围岩级别及围岩压力。

条文说明

既有隧道存在塌方时，应结合施工期间的处治情况，塌方对围岩的扰动情况综合分析确定围岩级别。

7.3.7 既有隧道段存在滑坡时，应根据改扩建方式及滑体与隧道的位置关系，计算滑体对隧道结构产生的荷载作用，滑体产生的附加荷载，附加荷载按附录 A 式 (A.1) 计算。

条文说明

山区因隧道开挖诱发的山体扰动较为普遍，无论是否采取山体治理措施，隧道结构都会因为刚度问题，在一定程度上承担隧道顶部松散体的压力作用，本规范结合工程经验及理论推导，提出了一种估算滑坡体对隧道结构荷载的方法，设计及施工需要进行计算时，宜在分析其计算方法对问题隧道的适用性和可靠性的基础上使用。

7.3.8 改扩建隧道施工期间的荷载应根据施工阶段、施工方法、施工条件、辅助施工措施确定。

7.4 结构计算

7.4.1 改扩建隧道的复合式衬砌二次衬结构计算可采用荷载结构法进行计算，采用荷载结构法进行计算时，应考虑弹性抗力的影响。

7.4.2 增建隧道与既有隧道、既有隧道原位扩建为小净距隧道时，应考虑既有隧道开挖造成的扰动不利影响，结构计算时应降低弹性抗力系数。

7.4.3 需要分析初期支护的稳定、需要考虑结构形变压力时可采用地层结构法进行计算，采用地层结构法进行计算时，计算结果应经分析评估后采用。

7.4.4 需要对既有隧道进行加固时，加固计算应考虑新旧结构的结合性能和协同受力特点，按照一次受力或多次受力综合考虑。

条文说明

既有隧道的维修加固设计需要考虑结构的受力特点及病害对结构造成的不利影响。

7.4.5 利用既有隧道病害段衬砌时，应考虑病害对结构承载力的不利影响，对存在的裂缝可根据裂缝深度不同考虑其不利影响，对钢筋混凝土衬砌结构可简化为塑性铰构造，对素混凝土裂缝可通过刚度不同予以考虑。

7.4.6 改扩建隧道明洞结构、洞门结构应考虑增建、扩建等多次边扰动边仰坡的不利影响。

7.5 加固设计

7.5.1 改扩建隧道的维修加固可分为临时加固和永久加固，因为

保通需要或降低增建隧道施工影响时可采取临时加固措施。

7.5.2 改扩建隧道加固设计应以原设计、施工、检测、勘察资料为基础，结合成因分析，针对病害产生的原因针对性提出设计方案。

7.5.3 应按照确定的技术标准进行加固设计，加固后的衬砌承载力、防排水等要求，应符合现行 JTG 3370.1 的有关规定。

7.5.4 涉及预留洞室、电缆沟的加固处治应结合机电改造进行，避免在较大预留洞室处进行加固。

7.5.5 加固设计应考虑原结构的实际受力状态，充分考虑加固后的组合结构的应变滞后、协同受力及结合面连接问题。

7.5.6 加固设计应与实际施工方法紧密结合，采取有效措施，保证新增构件、部件与原结构连接可靠，新增截面与原截面黏结牢固，形成整体共同工作。并应避免对未加固部分，以及相关的结构、构件和地基基础造成的不利影响。

条文说明

7.5.5、7.5.6 条因为既有隧道已处于受力状态，既有结构和新结构之间也存在传力问题，因此进行既有隧道维修加固时，需要考虑协同受力、传力可靠性等因素。

8. 防排水设计

隧道防排水设计，包含了防水和排水两部分内容设计。防水设计包括防水层材料、铺挂、搭接以及结构缝设计相关要求，排水设计包括排水盲管、水沟、主动排水设计相关要求。

8.1 一般规定

规定了隧道改扩建防排水设计的基本理念与原则。

8.1.1 提出改扩建隧道的地下水处理基本原则。

8.1.2 改扩建隧道的防水设计同新建隧道一样应遵循“多道防线、接缝设防”的原则。

8.1.3 对改扩建隧道施工影响居民用水时进行相关规定。

8.1.4 除本文件外，隧道改扩建的防排水设计还应符合 JTG 3370.1 的有关规定。

8.2 防水设计

8.2.1 对隧道防水卷材材料进行了相关规定，数值来自 JTG 3370.1-2018 公路隧道设计规范 10.2.2 条。

8.2.2 对无纺布材料和铺挂方式进行了相关规定，数值来自 JTG 3370.1-2018 公路隧道设计规范 10.2.2 条及实际工程经验。

8.2.3 对改扩建隧道防水板的焊接进行了相关规定。数值要求来自 GTGT 3660 公路隧道施工技术规范 11.3.7 条。

8.2.4 对改扩建隧道防水混凝土进行了相关规定，数值要求来自 JTG 3370.1-2018 公路隧道设计规范 10.2.3 条。

8.2.5 对改扩建隧道结构缝防水设计进行了相关规定，数值要求来自现场工程经验。

8.3 排水设计

8.3.1 对改扩建隧道总体防排水设计进行了基本规定。

8.3.2 对改扩建隧道排水系统坡度进行了相关规定，数值要求来自现场工程经验。

8.3.3 对排水盲管孔径设计进行了相关规定，数值要求来自 JTG 3370.1-2018 公路隧道设计规范 10.3.5 条。

8.3.4 对改扩建隧道主动排水设计进行了相关规定。

8.3.5 对改扩建隧道富水断层段或岩溶区出水段排水进行了相关规定。

9. 施工组织

9.1 一般规定

规定改扩建隧道开工前应做好既有隧道设计文件核对、手续移交、专项方案编制、技术交底、测量等工作并符合《公路隧道施工技术规范》JTG/T 3660 附录 A 的有关规定。

9.1.1 隧道改扩建施工前应熟悉既有隧道的设计文件，并做好核对工作。

9.1.2 对开工前工程移交手续作要求。

9.1.3 对开工前的专项施工方案、安全技术交底工作作相应要求。

9.1.4 规定改扩建隧道施工组织设计内容应包含的内容。

条文说明

引用“两区三厂”建设安全标准化标准。

9.1.5 规定施工场地建设的原则。

9.1.6 规定隧道改扩建施工测量的相关要求。

9.1.7 规定隧道双洞改扩建施工组织的的要求。

9.2 施工场地与临时工程

包含了临建工程、选址等基本原则，临时用电布设原则。

9.2.1 应根据建设需要进行厂区规划设计，并综合考虑与周边环境及设施的相互关系。

9.2.2 宜利用“永临结合”保留永久使用的场地与便道。

条文说明

临建工程应考虑实际需求与节能环保，尽量利用现有设施而不是新建。

9.2.3 占用既有公路通行的施工便道应符合下列要求：

—提前编制交通组织方案，并按规定审批实施；

—施工便道与既有公路行车道之间应设置防护隔离设施和防眩设施等临时交通安全设施。

条文说明

使用既有公路需办理相关手续并设置安全设施。

9.2.4 临时用电线路宜按照“永临结合”的原则进行布设，并避开施工作业面、作业棚、生活设施与器材堆放场地与通行路段。

条文说明

临建用电条件允许时应结合永久性用电架设。

9.2.5 临时用电线路应符合 JGJ 46 的有关规定。

9.3 交通组织

包含了隧道单洞、双洞、不中断交通改扩建施工及存在横洞施工隧道的交通组织相关规定。

9.3.1 对既有隧道为单洞，采用封闭主线交通，通行车辆提前绕行的行车方案时作交通组织的相关规定。

9.3.2 对既有隧道为双洞，采用一侧扩挖，一侧双向通行的行车方案时，作交通组织的相关规定。

9.3.3 对交通量大、绕行难度大的隧道扩建，需在不中断交通的情况下进行原位扩建施工时，作交通组织的相关规定。

9.3.4 隧道内应设置隔离栅、锥筒等交通安全设施，同时应严格控制通行路段车辆的时速、通过车辆。

10. 隧道改建施工

10.1 一般规定

10.1.1 对既有隧道土建结构、机电及附属工程的补强、翻修、加固的隧道改建工程，应以消除既有隧道病害或安全隐患、提高公路服务品质及通行效率为原则进行施工。

条文说明

界定隧道改建包括的范围：对土建结构的补强、加固；新增、翻修机电及附属工程设施。规定消除既有隧道病害或安全隐患、提高公路服务品质及通行效率的隧道改建施工总体原则。

10.1.2 隧道改建应根据改建需要对其他既有隧道设施进行保护。

条文说明

明确改建过程需对其他既有隧道设施进行加固保护的基本思路，本条参考《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）17章改扩建17.1.3条内容。

10.1.3 无衬砌隧道改建、隧道灾后改线改建等需进行扩挖的改

建类型应按扩建或新建隧道施工的相关要求执行。

条文说明

明确隧道改建不包括无衬砌隧道改建、隧道灾后改线改建等需要扩挖的内容。

10.2 改建工程

确定隧道衬砌加固改建、隧道边墙加固改建、无衬砌隧道加固改建、隧道排水改建、隧道路面改建、隧道电缆沟改建、隧道机电附属设施改建等不同改建类型施工过程的相关施工要求。

10.2.1 对既有隧道衬砌开裂段进行局部表面补强应采用机械或人工凿除，并挂网、喷射混凝土。

条文说明

衬砌开裂段属于隧道结构薄弱环节，采用爆破拆除产生扰动较大、风险较高。

10.2.2 既有隧道边墙加固应根据设计要求加工合适的施工模板或施工台车。

条文说明

隧道衬砌开裂改建或无衬砌隧道加固改建会采取边墙加固形式，应根据设计要求及现场条件加工合适的模板或台车进行加固。

10.2.3 对无衬砌的既有隧道进行锚杆、小导管加固应按设计要求进行注浆。

条文说明

无衬砌的既有隧道加固应采取注浆保证加固效果。

10.2.4 改建既有隧道排水沟应接顺既有隧道排水系统及路基排水系统。

条文说明

隧道改建增设或扩大隧道中央排水沟时应保证与既有隧道排水系统连接通畅（如若有），并与路基排水系统形成整体；隧道改建增设路面边沟也应与路基排水系统形成整体。

10.2.5 既有隧道路面翻修施工不应堵塞或破坏既有隧道防排水系统。

10.2.6 既有隧道电缆沟改造应按新建隧道施工要求执行。

条文说明

电缆沟施工一般与衬砌施工相互独立，并无较大影响。

10.2.7 增设机电设备等附属设施时，不宜开凿设备与管线洞室；必须开凿洞室时，应采用小型机械切割开凿，并避开既有隧道二次衬砌施工缝、沉降缝与伸缩缝位置。

条文说明

开凿洞室会破坏既有隧道稳定结构，于二衬施工缝等部位开凿会直接破坏其效果，故应避免。本条参考《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）17章改扩建17.2.1条第4点内容。

10.2.8 针对连拱隧道的改建，对中隔壁的保护提出相应要求。

10.3附属设施恢复

确定部分如加固等隧道改建类型施工完成后需恢复原有附属设施的原则。

确定排水系统、中心排水沟恢复的基本施工方法与要求。

10.3.1 改建完毕后应恢复被拆除的与在施工中造成破坏的附属设施。

条文说明

如衬砌加固的部分隧道改建需拆除通风、照明设备，应在改建完成后恢复。

10.3.2 隧道排水系统应在改建完成后进行疏通与恢复。

条文说明

隧道路面等改建过程易造成排水系统的堵塞，应采用合适的措施进行排水系统的恢复。

11. 扩建隧道施工

本章包含台阶法、中隔壁法、双侧壁导坑法、交叉中隔壁法、仰拱扩挖等要求，连拱隧道与小净距隧道扩挖规定。隧道开挖相关要求参考《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）7章洞身开挖7.2条内容；连拱隧道相关要求参考《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）10章洞小净距及连供隧道10.2条内容；小净距隧道相关要求参考《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）10章洞小净距及连供隧道10.1条内容；

11.1 一般规定

11.1.1 规定洞口扩建施工工序顺序。

11.1.2 规定了扩建隧道的安全范围及禁止事项。

11.1.3 洞口扩建前应根据实际情况采用地表降水、地面砂浆锚

杆加固、地表注浆加固、超前注浆加固、超前支护、径向注浆、旋喷桩加固等辅助措施进行进洞前防护，且应符合 JTG/T 3660 第 15 章的有关规定。

条文说明

本条参考《公路隧道施工技术规范》JTG/T 3660 15.2 节围岩加固措施。

11.1.4 规定洞身施工前应对原衬砌的完整性和稳定性进行检查，宜利用既有隧道衬砌支顶作用保证施工安全。

11.2 洞口工程

11.2.1 规定既有隧道洞口拆除应先拆除洞门混凝土砌筑结构，洞门拆除及明洞拆除宜采用机械拆除。

11.2.2 建议隧道拆除宜填筑平台辅助施工，并规定填筑要求。本条来源为现场施工经验。

11.2.3 规定隧道施工应先消除偏压影响。

11.2.4 如需拆除原永久性支挡工程，应进行受力验算并采取相应措施保证原结构稳定。

条文说明

扩建洞口拆除应确保原洞口周边路基稳定，如需拆除路基支挡结构物应进行专坡专议，制定相应防护措施。

11.2.5 洞口段拆除符合以下规定：

1 洞口拆除宜避开雨季施工。当无法避免时，应采取措施防止明洞基底积水和边仰坡垮塌；

2 洞口拆除需要采用静态爆破辅助施工的，应搭设钢管防护棚等避炮掩体防止飞石造成危害。

11.2.6 既有隧道洞口拆除前应对边仰坡进行防护，浅埋段洞口上方覆盖层厚度不足隧道开挖断面宽度1倍的，应做好防护，保证施工安全。

条文说明

扩建隧道洞口拆除安全风险较高，应尽量减少扰动，部分要求参考《公路隧道施工技术规范》JTG/T 3660相关要求。

11.2.7 应遵循“零开挖”理念进行扩建部分边仰坡的开挖。

11.2.8 扩建部分边仰坡应做好与既有隧道边仰坡的衔接，防护形式与施工工艺宜相同。

11.2.9 应按设计要求在边仰坡上设置沉降观测点，并进行监控量测，待沉降基本稳定后对量测数据进行回归分析。

11.2.10 进洞前防护形式与施工要求应符合设计文件与JTG/T 3660第6章的有关规定。

11.2.11 明洞衬砌施工应保证边仰坡的完整性。

11.2.12 洞门端墙的砌筑与墙背回填两侧应同时进行，防止衬砌边墙产生偏压。

11.2.13 洞门的排水、截水设施应与洞门工程配合施工，并与扩建后的路基排水系统连通。

条文说明

扩建隧道洞口工程部分按新建隧道执行。

11.3 洞身工程

11.3.1 洞身施工前应对原衬砌的完整性和稳定性进行检查，宜利用既有隧道衬砌支顶作用保证施工安全。

11.3.2 规定隧道洞身开挖应该结合该隧道特点及外部条件选择开挖方法及开挖参数。

条文说明

扩挖方法主要有：扩建部分全断面法、台阶法、分部开挖法。

1 全断面法和台阶法适用于Ⅲ级及以下围岩的既有隧道扩挖，相比于其他扩挖方式，其优点在于初支闭环速度快、工序少、相互干扰少，便于组织施工和管理，但对围岩的稳定性要求较高。

2 CD法在控制地面沉降及围岩变形方面优于上下台阶法，且产生的围岩塑性区较小，两种工法施工均能满足围岩及支护稳定性的要求；上下台阶法具有足够的施作空间与较快的施工速度，增加了机械施工效率且相对CD法施工成本降低，但在浅埋隧道工程中易造成隧道围岩变形过大等问题，一般多采用CD法。

11.3.3 规定既有隧道二次衬砌拆除要求。

11.3.4 规定当Ⅲ、Ⅳ级围岩完整，初期支护破除与扩挖可同步进行，但二次衬砌与初期支护拆除不可同步进行。

11.3.5 规定仰拱部位拆除各项规定，

11.3.6 钻爆设计应根据扩挖段围岩地质条件、开挖断面、开挖方法、爆破材料及二衬拆除方法等情况进行编制。

11.3.7 规定爆破应采用光面爆破、微震爆破、预裂爆破等控制

爆破技术，钻爆设计应包含的具体内容。

11.3.8 爆破施工应符合 GB 6722 的有关规定，并通过爆破振动监测等手段严格控制爆破振动对隧道围岩的影响，施工中还应根据监测结果与爆破效果及时优化钻爆设计。

11.3.9 当既有隧道对振动特别敏感时，可采用数码电子雷管微差控制爆破技术或其他非火工品开挖技术。

11.3.10 规定小净距隧道扩建施工要求。

条文说明

1 扩建施工采用爆破时爆破振动可能会引起既有隧道的应力重分布和变形，小净距隧道净距越小，对结构安全影响越大，故为提高结构安全性，采用微震动爆破。

2 隧道扩建施工Ⅲ级及以下围岩扩挖可采用台阶法进行扩挖，Ⅳ-Ⅴ级围岩可采用双侧壁导坑法、中隔壁法、交叉中隔壁法进行扩挖。开挖方法应符合 JTG/T 3660 的有关规定。

11.3.11 规定台阶法扩挖的施工要求。

11.3.12 规定中隔壁法扩挖的施工要求。

11.3.13 规定双侧壁导坑法的施工要求。

11.3.14 规定隧道仰拱扩挖的施工要求。

11.3.15 规定排水盲管的相关要求。

11.3.16 隧道衬砌防水层的设置应符合设计要求与 JTG/T 3660 第 11 章的有关规定，施工时应采取相应措施防止防水板和止水带受到损坏。

11.3.17 根据开挖进尺长度在既有隧道二次衬砌设置环向预切缝，缝深不小于原二衬厚度。对当前循环进尺长度内的二次衬砌需进行预裂钻孔，孔距不宜大于 80cm，孔深不小于原二衬厚度。

11.3.18 扩挖隧道支护与衬砌施工应符合《公路隧道施工技术规范》JTG/T 3660 第 9 章的有关规定。

11.3.19 扩挖施工采用临时支护时，应考虑扩挖方式和施工材料性能。

11.3.20 临时支护应于永久支撑封闭完成及监测围岩内力趋于稳定后进行拆除。

条文说明

1 扩建施工临时支护是为抵御施工扰动对原结构的影响，确保施工或运营通车顺利进行的一种暂时支护方式，为临时工程，而非病害隧道加固的永久支护。

2 既有隧道承载能力受影响或需要加大承载能力的情况下，临时支护为主要形式，主要目的是加强衬砌结构承受外力（如外水压力、冻胀力、地震荷载、近接施工等）。若隧道扩建施工中出现衬砌开裂破损严重、变形、局部脱落等病害的需加固施工，应遵循现行《公路隧道加固技术规范》JTG/T 5440 的有关规定。

3 临时支护的参数应根据扩建的三类形式（单侧扩挖、两侧扩挖、周围扩挖）进行力学计算，采取最优支护。

11.3.21 扩建大断面二次衬砌施工台车模板与扣板拼接错台不应大于 2mm。

条文说明

台车扣板与上板混凝土连接不紧密，存在缝隙，这会引发错台现象；模板和台车大梁是二衬混凝土施工中采用的关键设备，这两种设备如果出现了变形现象，将会对后续施工开展造成不良影响，引发错台现象。

12. 特殊段施工

特殊地段指隧道洞口、洞身段以外的隧道施工段，本文件中包含横通道段、塌方段、富水段以及破碎带段等特殊岩土及不良地质隧道段。特殊段施工较正常施工段危险性高，施工需专项施工方案，控制进尺，并加强监测。

12.1 一般规定

12.1.1 规定了改扩建隧道特殊段施工前应编制专项施工方案。

12.1.2 规定了改扩建隧道特殊段施工的基本要求。

12.1.3 规定了改扩建隧道特殊段施工应遵循短进尺、早封闭的原则。

12.1.4 规定了改扩建隧道施工中加强观测的相关要求。

12.1.5 规定了特殊段施工前应尽可能利用既有隧道资料准确判断特殊段位置。

条文说明

注浆充填的灾害段中，浆体与围岩的黏结程度难以估计，跨越整个灾害段一次性拆除，可能会加大塌方的风险。

12.1.6 本文件未提及的不良地质及特殊性岩土段施工应参照

其他相关隧道规范。

12.2 横通道段施工

12.2.1 规定了保留既有横通道施工时应遵循的安全技术措施，数值要求来自现场施工经验。

12.2.2 规定了横通道段改扩建施工时应遵循的安全技术措施，数值要求来自现场施工经验。

12.3 塌方段施工

12.3.1 规定了既有隧道塌方段施工应遵循的基本要求。

条文说明

既有隧道塌方经常由于处理不当在衬砌背后留下空洞和松散体，扩建隧道应力状态复杂，施工过程中对围岩扰动后易引发二次塌方，因此必要时应进行超前支护确保施工安全。

12.3.2 规定了既有隧道在仅产生局部小规模塌方的段落扩挖时应遵循的安全技术要求。

12.3.3 对开挖后轮廓线外仍存在空洞的施工段，可在初期支护时预埋注浆管，初期支护后及时进行注浆回填。

12.3.4 规定了既有隧道在仅产生局部小规模塌方的段落扩挖时应遵循的安全技术要求，数值要求来自现场工程经验。

条文说明

既有隧道建设过程中发生过大规模塌方、冒顶的施工段，围岩多数均已形成松散体，同时极易留下规模较大的空洞，这种情况下可选择进行注浆加固后再开挖，保障施工安全。

12.4 富水段施工

12.4.1 规定了既有隧道富水段施工应遵循的基本要求。

12.4.2 富水段施工，应视涌水情况增设排水盲管，设置临时排水沟或排水槽，充分利用既有隧道排水系统，分流排水。由编制工作组研讨确定。

12.4.3 富水段施工每循环应使用加深炮孔探测前方出水点，对于小型的裂隙、溶腔管道等蓄水地质构造，可考虑采用注浆封堵。由编制工作组研讨确定。

12.4.4 规定了区域水压较大的施工段应遵循的安全技术要求。

12.5 破碎带段施工

12.5.1 规定了破碎带段施工应遵循的基本要求。

12.5.2 浅埋段破碎带施工时，宜在地表采用小导管注浆加固，防止地表水流入地下，造成围岩软化、失稳。由编制工作组研讨确定。

12.5.3 破碎带施工时，可在既有隧道二衬的保护下对前方开挖段进行超前注浆，超前注浆要求可参照本文件 8.3.4。

12.6 空洞段施工

12.6.1 规定了空洞段施工应遵循的基本要求，同时根据空洞位置不同应采取不同应对措施：

(1) 规定了空洞位于开挖轮廓内的应遵循的安全技术要求。

(2) 规定了空洞位于跨越开挖轮廓内外的应遵循的安全技术要求。

(3) 规定了空洞位于开挖轮廓外的应遵循的安全技术要求。

12.6.2 规定了采用跨越法施工的空洞段应遵循的基本要求。

12.7 软岩大变形段

12.7.1 规定了软岩大变形段施工应遵循的基本要求。

12.7.2 规定了软岩大变形段施工的施工要点和处治措施。

12.7.3 规定了对开挖后轮廓线外仍存在空洞的施工段的处治措施。

12.7.4 规定了软岩大变形的处治效果判定流程。

13. 监控量测与超前地质预报

隧道监控量测内容分为既有隧道、隧道改建、增建及扩建隧道监测内容。既有隧道监测规定了在施工隧道影响范围内的既有隧道监测要求，包括监测内容、监测范围及监测要求。隧道改建监测应在涉及主体结构破除的工程条件下进行，该节规定了隧道改建监测的内容、范围及要求。增建与扩建隧道的监控与新建隧道监控量测情况基本一致，具体参考公路隧道现行施工技术规范。

改扩建项目超前地质预报在地质条件不复杂的情况下可直接沿用既有隧道的地质报告，扩建规模不大的情况下也不利于物探法的预测，应多重视加深炮孔的利用。

13.1 一般规定

13.1.1 规定了改扩建隧道施工前应制定监控量测和施工前地质预报方案，并作为工序列入现场施工组织管理。

13.1.2 规定了改扩建隧道的监控量测和施工前地质预报应充分利用既有隧道的勘察设计成果、施工全过程资料制定具体实施方案。

13.1.3 规定了监控量测方案的制定应考虑改扩建施工对周边建（构）筑物的影响。

13.1.4 隧道现场监控量测项目应符合 JTG/T 3660 第 18 章的有关规定。

13.2 既有隧道监测

13.2.1 规定了既有隧道监测的主要内容。

13.2.2 改扩建工程结构状况观测应符合：

--规定了结构状况观测的主要内容。

--施工前既有隧道结构状况存在异常时，应及时采取措施进行治理，处治完成后再行施工。

--规定了结构状况观测的过程中出现异常的采取措施。

13.2.3 改扩建工程既有隧道沉降监测应符合：

--规定了沉降观测点的布设位置及监测频率，数值参考 JTG/T 3660 公路施工技术规范表 18.1.6 及现场工程经验。

--规定了既有隧道与施工隧道为小净距隧道时的监测范围，数值要求 JTG/T 3660 公路施工技术规范表 18.5.7 及现场施工经验。

--规定了既有隧道与施工隧道为分离式隧道时的监测范围，数值要求 JTG/T 3660 公路施工技术规范表 18.5.7 及现场施工经验。

13.2.4 改扩建工程振动监测应符合：

--涉及爆破施工的改扩建工程应对既有隧道进行振动监测，监测范围参考本文件 14.2.3 条。

--规定了振动监测的监测点布设位置及数量，数值要求参考

JTG/T 3660-2018 27.6.2。

--爆破振动安全允许标准参考 JTG/T 3660 表 18.5.21 的相关规定。

13.3 隧道改建监测

13.3.1 规定了应进行监测的改建范围及监测内容。

13.3.2 规定了隧道改建监测范围、监测部位及监测频率。数值参考 JTG/T 5440 2018 公路隧道加固技术规范及现场施工经验。

13.3.3 规定了改建施工监测结束时间，数值来自现场施工经验。

13.3.4 规定了改建施工爆破振动监测的使用条件、布设位置及监测数量。数值参考 JTG/T 5440 2018 公路隧道加固技术规范 27.6.2 及现场施工经验。

13.4 增建与扩建隧道监测

13.4.1 变形监测点在扩挖后应尽快完成安装，监测断面测点布置应根据开挖方式确定，监测断面及间距及设置数量应符合 JTG/T 3660 公路隧道规范的有关规定。

13.4.2 对洞口段、浅埋段的地表下沉监测结束时间进行规定，数值要求来源于现场施工经验。

13.4.3 规定了洞内观察的观察内容。

13.4.4 规定了洞外观察的观察内容。

13.4.5 规定了改扩建隧道周边位移及拱顶位移的测点数量，数值要求参考 JTG/T 3660 18.2.4、18.2.5 及现场施工经验。

13.4.6 规定了改扩建隧道监控量测应加大监测频率的施工状况。

13.4.7 受力监测宜与变形监测布置在同一个断面，受力监测元件的性能和精度应满足设计及相关规范要求。

13.5 周边环境监测

13.5.1 隧道改扩建施工对周边建（构）筑物的监控量测应符合 JTG/T 3660 的有关规定。

13.5.2 施工期间保持通车的既有隧道，应对典型、敏感裂缝、衬砌裂缝、特殊地段衬砌进行观测，可采用无线发射信号的传感器、摄像镜头等进行观测。

13.6 超前地质预报

13.6.1 规定了改扩建隧道施工实施超前地质预报的适用条件，数值要求来自现场施工经验。

13.6.2 增建与扩建隧道施工前，根据实际施工条件编制超前地质方案和实施细则，批报后实施。

13.6.3 增建与扩建隧道施工应收集好既有隧道地质资料及施工过程中的超前地质预报，综合现场预报情况，提高预报精准度。

13.6.4 与既有隧道距离满足开展地质预报工作需求的增建隧道，可利用既有隧道开展超前地质预报工作。

13.6.5 增建与扩建隧道超前地质预报的方法、内容及要求应符合 JTG/T 3660 的有关规定。

13.7 隧道安全健康监测

13.7.1 对隧道安全健康检测作一般性总体要求。

13.7.2 明确隧道安全健康检测内容。

13.7.3 对监测设备耐久性作要求。

13.7.4 对监测设备实际操作使用作要求。

14. 安全措施

安全措施主要遵照《公路工程施工安全技术规范》JTG F90 相关要求执行，与施工要求相关的已放在施工章节，强调拆除作业施工过程中相关注意事项。

14.1 一般规定

14.1.1 隧道改扩建施工应符合 JTG F90 的有关规定。

条文说明

隧道改扩建施工安全措施主要遵照新建隧道要求进行。

14.1.2 应针对隧道改扩建具体内容与施工工艺进行各分部分项工程风险源辨识并告知作业人员。

条文说明

隧道改扩建施工安全措施主要遵照新建隧道要求进行。

14.2 安全保障措施

14.2.11 破除、扩挖、装渣设备应根据隧道改扩建空间选用，并能提高施工效率，装渣设备装渣能力应与开挖土石方量、破除方量及运输车辆的容量相适应。

14.2.2 施工过程中使用的台架应满足施工需求，并设置防坠装置与警示标识。

条文说明

改扩建作业根据改扩建类型及施工工艺需要有多样的形式，需根

据实际需要选择合适的设备，加工适宜的台车。

14.2.3 隧道扩建应尽量减少施工作业面，并保持施工作业面的距离，避免相互扰动。

条文说明

多处作业面易造成相互扰动，形成不安全状态。

14.2.4 隧道机械拆除作业应安排专人进行指挥。

14.2.5 人工进行辅助拆除作业应在排险完毕后进行，作业过程应随时观察周边稳定情况。

条文说明

人工辅助拆除作业有较大风险，应保持警惕。

14.2.6 当隧道安全健康监测出现危险数据时，应及时疏散作业人员。

14.2.7 及时清理作业现场，避免废渣造成物体打击伤害。

14.2.8 拆除作业废弃钢筋应妥善清理、运输。

条文说明

改扩建的拆除作业与废旧钢筋运输过程易发生物体打击伤害，应加强控制。

14.2.9 施工现场应利用既有隧道排水系统做好临时排水措施。

条文说明

设置临时排水降低拱脚下沉的风险，避免结构破坏，同时也降低触电风险。

14.2.10 改扩建支护过程应采用二氧化碳保护焊进行焊接作

业。

14.2.11 隧道照明应采用 36V 及以下安全电压，并选用防水灯头和灯罩。

条文说明

采用如上措施能一定程度避免火灾、触电事故的发生。

14.2.12 应设置门禁系统并配备值班人员，控制人员与设备出入，严禁人员与设备通过未支护完成的扩挖面。

条文说明

采用管理措施限制人员出入，并禁止通过扩挖面，避免坍塌事故的发生。

15. 环保措施

15.1 一般规定

15.1.1 公路隧道改扩建设计应节约用地，尽可能保护原有植被，妥善处理弃渣和污水。

条文说明

我国耕地少、人口多、生态脆弱，隧道穿越山体可能改变地下水储存条件造成地下水、隧道上方的地表水流失。公路隧道改扩建要尽量利用荒地，避免占用良田，注意保护水利设施，尽可能保护原有植被、减少地下水流失。

15.1.2 公路隧道改扩建施工应防止噪声、粉尘、弃渣、废水等污染环境的措施。

条文说明

隧道改扩建宜选用污染小、噪音小的机械设备。应检测粉尘的浓度，测定方法应符合现行《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》（GBZ 159）、《工作场所空气中粉尘测定》（GBZ/T192）和《工作场所空气有毒物质测定》（GBZ/T 300）的规定。隧道改扩建产生的废方要妥善处理，废水要求经沉淀、净化后排放。

15.1.3 公路隧道改扩建施工遇有文物时，应停止施工，保护现场，妥善处理，方可继续施工。

15.2 环境保护措施

15.2.1 施工前应建立健全环保管理体系，制订保护环境、节能减排和文明施工的实施方案，减少工程施工过程中对环境的污染。

15.2.2 施工现场临时设施的用地，应结合当地土地利用的规划，统筹综合考虑。选址和布局应有利于少占耕地、保护植被和保持原有的地形地貌。

15.2.3 施工时应严格控制污染源。施工废水、污水应进行沉淀处理后方可排放；含有有害物质的废水和污水不得排入禁排区域；对施工废油及生活污水应集中回收处理。

15.2.4 严禁向水域、自然保护区、风景区、农田、草地、下水管道内等环境敏感区倾倒或排放危险废物。

15.2.5 对施工产生的弃土、废渣和固体建筑垃圾，应及时运至规定的场地集中堆放和处理；废弃的钢木材料、边角料及其他物品等应集中回收处理。

15.2.6 施工现场的主要临时道路宜经常洒水降尘。对工程施工

使用的粉末材料，在露天存放时，应采取有效措施防止尘埃飞扬和雨水冲刷流失。

15.2.7 在村镇居民区施工时，应采取必要的措施，降低由机械设备或工艺操作产生的噪声。

条文说明

改扩建施工的地域广、范围大、环境多样，因此在施工中需要采取必要的措施，降低或减小噪声，尽量避免干扰沿线居民的正常生活、工作和学习。

15.2.8 在风景区、自然保护区施工时，宜保护其自然风貌和生态环境，当施工确有需要时，应采取适当的保护措施，降低或减少破坏的程度；施工结束后，应按设计要求进行必要的恢复。

15.2.9 工程完成后，应及时清理各种施工垃圾，做到工完场清。

附录 A

附录 A：本文件资料性附录给出了大角度滑坡对隧道的荷载的具体计算方法，以便在工程项目实际使用过程中查阅；

本计算方法主要滑体主滑方向与隧道纵向方向大角度相交的情况，此时隧道结构承受较大的偏压附加荷载。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准研制过程中无重大分歧意见。

七、实施标准的措施

本标准实施前，应开展足够的宣传贯彻活动，使参与广西公路隧道改扩建的建设参与方及早理解、掌握标准内容，做好技术准备、革

新施工管控流程,积极推广应用标准,及时反映标准适用情况和效果,为标准的后续修订工作积累经验和支撑数据。同时,标准出版时本单位将出版的标准文件免费寄送至标准的主要使用单位,标准使用单位也可从广西交通运输标准化技术委员会以及广西壮族自治区交通运输厅门户网站免费下载标准文本。

八、其他应当说明的事项

无。

广西交通运输行业指南《公路隧道改扩建技术规程》

标准编制工作小组

2024年4月12日