T/CECS G XXXX：20XX

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

公路隧道运营环境检测评价规程

Highway tunnel operating environment testing and evaluation rules

征求意见稿

中国工程建设标准化协会　发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

（空白）

征求意见稿

中国工程建设标准化协会标准

公路隧道运营环境检测评价规程

Highway tunnel operating environment testing and evaluation rules

T/CECS G：XXXX：2022

征求意见稿

主编单位：北京新桥技术发展有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：2022 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

北　京

前　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发‹2019 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划›的通知》（中建标公路[2019]84 号）的要求，由北京新桥技术发展有限公司承担《公路隧道运营环境检测评价规程》（以下简称“本规程”）的制订工作。

编写组在总结公路隧道运营环境检测经验和相关科研成果的基础上，以规范公路隧道运营环境检测评价为核心，完成了本规程的编写工作。

本规程分为 8 章、5 篇附录，主要内容包括总则、术语、基本规定、隧道噪声检测、隧道烟尘浓度检测、隧道气体浓度检测、隧道风速检测、隧道光环境检测，附录 A 隧道环境噪声检测记录表、附录 B 隧道烟尘浓度检测记录表、附录 C 隧道气体含量检测记录表、附录 D 隧道风速检测记录表、附录 E 隧道照度检测记录表。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由北京新桥技术发展有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或马少飞（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079087；传真：010-62079201；邮箱：240613094@qq.com），以便修订时研用。

主 编 单 位：北京新桥技术发展有限公司

参 编 单 位：

主　　编：

主要参编人员：

主　　审：

参与审查人员：

参 加 人 员：

征求意见稿

目 次

1 总则.....1
2 术语.....2
3 基本规定.....3
3.1 公路隧道运营环境评价工作程序与要求.....3
3.2 公路隧道环境检测评价内容.....4
3.3 公路隧道环境评价资格、人员、设备的要求.....5
3.4 公路隧道环境检测.....5
3.5 公路隧道环境评价及报告编写.....6
4 隧道噪声检测评价.....8
4.1 一般规定.....8
4.2 检测方法.....8
4.3 数据处理.....9
4.4 噪声评价.....10
5 隧道烟尘浓度检测评价.....11
5.1 一般规定.....11
5.2 检测方法.....11
5.3 数据处理.....11
5.4 烟尘浓度评价.....11
6 隧道气体浓度检测评价.....12
6.1 一般规定.....12
6.2 检测方法.....13
6.3 数据处理.....14
6.4 气体浓度评价.....14
7 隧道风速检测评价.....15
7.1 一般规定.....15
7.2 检测方法.....15
7.3 数据处理.....16

征求意见稿

7.4 风速评价.....17
8 隧道光环境检测评价.....17
8.1 一般规定.....17
8.2 检测方法.....18
8.3 数据处理.....19
8.4 照度评价.....20
附录 A 隧道环境噪声检测记录表.....22
附录 B 隧道烟尘浓度检测记录表.....23
附录 C 隧道气体含量检测记录表.....24
附录 D 隧道风速检测记录表.....25
附录 E 隧道照度检测记录表.....26

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为规范公路隧道运营环境检测评价工作，掌握运营环境水平，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各等级公路隧道运营环境的检测评价。

条文说明：

本规程适用于公路山岭隧道和公路水下隧道。

1.0.3 公路隧道运营环境检测评价应全面完整、数据真实可靠。

1.0.4 公路隧道运营环境检测应积极稳妥的采用新技术、新材料、新工艺和新设备。

条文说明：

公路隧道运营环境现场检测技术不断进步，新的检测设备在不断更新和完善，为了提高公路隧道运营环境现场检测的技术水平，允许和鼓励新设备的应用，但应具备本规程所规定的相应条件，包括需要通过技术鉴定，并与成熟的设备进行对比试验，具有相应的检测实施细则等，以保证这些技术方法的可靠性和准确性。

1.0.5 公路隧道运营环境检测评价除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

征求意见稿

2 术语

2.0.1 隧道运营环境 tunnel operating environment

隧道内声音、通风、光照等与运营相关的物质因素。

条文说明

声音相关的物质因素有噪声，通风相关的物质因素有烟尘浓度、气体浓度、风速，光照相关的物质因素有照度。

2.0.2 测区 test area

隧道内各参数检测时的一段距离或一个横断面。

条文说明

对于照度的一个测区为隧道内的一段距离，对噪声、烟尘浓度、气体浓度、风速的一个测区为一个横断面。

2.0.3 测点 test point

在测区内的一个检测点。

2.0.4 通风段 ventilation section

以隧道进出口、风机、竖井、斜井和平行导洞等存在进出风的位置拆分的隧道区段。地下风机房、地下变电所、人行横洞、车行横洞、逃生通道等作为单独通风段。

2.0.5 稳态噪声 steady noise

指噪声声压级的变化较小（一般不大于 3dB），且不随时间有大幅度的变化，如电机、风机及其他电磁噪声，固定转速的摩擦、转动等噪声。

2.0.6 非稳态噪声 unsteady noise

指噪声强度随时间而有起伏波动（声压变化大于 3dB）。有的呈周期性噪声，如锤击；有的呈无规律的起伏噪声，如交通噪声。

2.0.7 脉冲噪声 impulse noise

指持续时间小于 1s 的单个或多个突发声组成的噪声，声压级原始水平升至峰值又回至原始水平所需的持续时间短于 500ms，其峰值声压级大于 40dB。脉冲噪声往往是突发的高强噪声，如爆破、火炮发射等所产生的噪声。

2.0.8 直读式气体检测仪 direct-reading gas detectors

征求意见稿

能够瞬间或近于瞬间检测空气中气体并显示其浓度的分析仪器。

2.0.9 风速 wind speed

空间特定点周围气体微团在单位时间内水平方向上的位移。

3 基本规定

3.1 公路隧道运营环境评价工作程序与要求

3.1.1 公路隧道运营环境检测评价工作程序宜按图 3.2-1 执行。

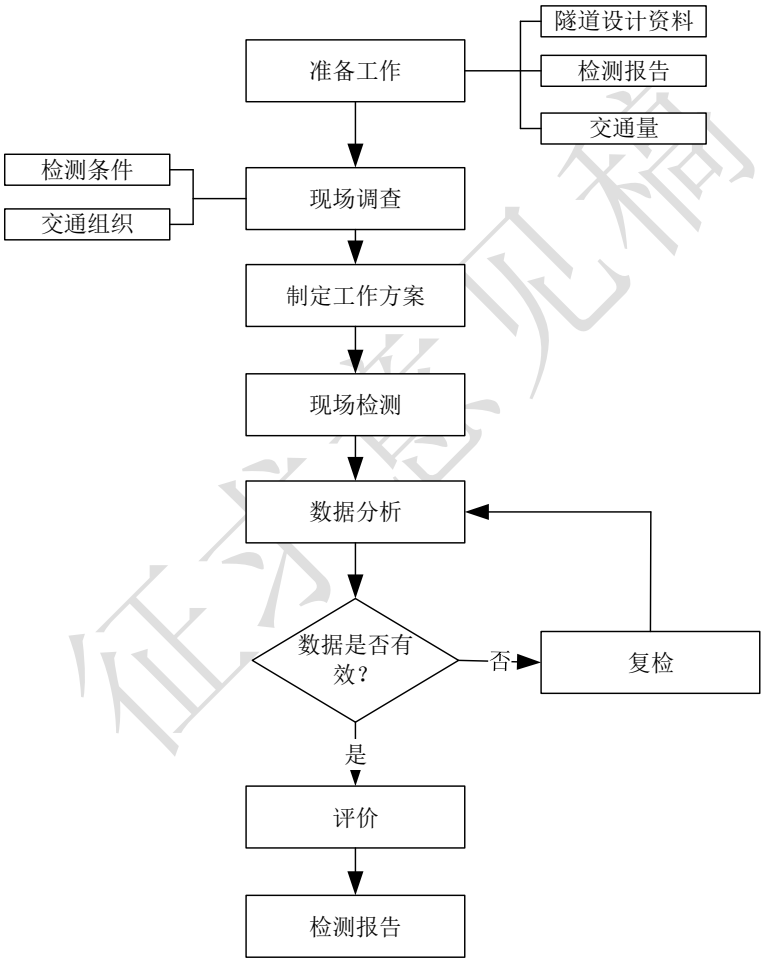


图 3.1-1 公路隧道运营环境检测评价工作程序图

条文说明:

公路隧道运营环境检测评价工作程序是对检测评价工作全过程和几个主要阶段的阐述。对于公路隧道运营环境现场检测，程序框图中的各个环节都是必不可少的。

准备工作主要包括熟悉隧道竣工图纸、查阅以往运营环境检测资料和报告

以及隧道交通量等，检测人员需提前了解隧道基本情况，通过以往检测资料掌握其运营情况。若在检测工作中，隧道图纸缺失，应该在检测报告中说明本次检测未能基于图纸信息。

现场调查包括检测条件的调查和制定现场交通组织方案与安全预案。结合准备工作和现场调查情况制定检测方案并进行仪器设备准备。要确认仪器设备状况以及是否在检定或校准有效期内，仪器设备选择要考虑到现场条件以及环境条件（温湿度、风速等）。此外对于辅助设备例如小工具、耗材、记录表格和标记笔等等，也应该尽量细化。在外业检测工作前，围绕着技术、安全、操作、记录等问题，要对现场检测人员进行检测前的工作说明与培训。

现场的检测工作应按照既定的检测方案有序开展，具体的现场检测工作需参照本规程及其他相关标准来执行。为保证现场检测数据的真实有效性，应及时对数据进行整理分析，发现检测数量不足或数据异常时，应及时进行补检或复检。根据最终现场检测数据进行检测报告的编制，并及时将检测原始资料进行归档保存。

3.1.2 公路隧道运营环境检测评价频率宜根据隧道机电设施配置等级确定，推荐检测评价频率按表 3.1-1 执行，当隧道通风设施、照明设施使用超过 3 年以上的应加大检测频率。

表 3.1-1 检测评价频率推荐表

机电设施配置等级	A+	A	B	C	D
周期（年）	1	1	2	2	3

条文说明

《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》（JTG D70/2-2014）中规定了公路隧道机电设施的配置等级为 A+、A、B、C、D。

3.2 公路隧道环境检测评价内容

3.2.1 公路隧道运营环境检测评价指标应包括噪声、烟尘浓度、气体浓度、风速、光照等。

3.2.2 气体浓度的检测应至少包含三类气体（氧气、可燃气体、有毒气体）。

征求意见稿

条文说明

气体浓度检测一般包含氧气、一氧化碳、瓦斯、硫化氢、一氧化氮、二氧化碳、二氧化氮、二氧化硫等气体。

3.3 公路隧道环境评价资格、人员、设备的要求

3.3.1 公路隧道运营环境评价被委托单位应具有相应的资质和能力。

3.3.2 公路隧道运营环境被委托单位检测人员应具备相关行业和政策要求的资格和能力。

条文说明：

检测人员应持有交通运输主管部门颁发的公路工程试验检测师（或试验检测员）资格证书，并具有丰富的类似试验检测工作经验。

3.3.3 公路隧道运营环境评价被委托单位的检测设备应经过标定、计量合格，且在有效期内，直读式气体检测仪还应进行过防爆检验。

3.4 公路隧道环境检测

3.4.1 应根据公路隧道运营环境检测评价要求制定检测工作方案，检测方案宜包括以下内容：

1 隧道运营概况，包括隧道的基本识别信息、土建结构技术数据、机电设施配置情况、地理位置信息、交通量信息、交通事故及车型的统计信息等。

2 检测及改造历史，包括以往运营环境检测评价结果，通风设施、照明设施改造历史，监控系统、软件平台的升级改造历史等。

3 检测目的，明确隧道运营环境检测的目的。

4 检测依据，包括检测评价所依据的标准及有关技术资料。

5 明确隧道测区、测点位置描述规则说明。

条文说明

若隧道为单向交通，以隧道行车方向为正方向，面向正方向右手侧为右，左手侧为左；若隧道为双向交通，以隧道所在路线桩号增加方向为正方向，面向正方向右手侧为右，左手侧为左。

6 检测内容与方法，根据隧道运营环境和检测目的确定隧道所检测的

征求意见稿

内容和方法。

7 检测的组织实施。包括工作流程，检测顺序，人员、仪器设备的组织，检测进度，检测中的交通组织与安全保障措施，质量保证措施等。

8 需要委托方配合的工作。

9 成果整理和报告内容。包含检测成果要达到的标准以及报告提交需要形成的内容。

3.4.2 公路隧道运营环境现场检测应保证检测人员的安全。

条文说明

检测人员的安全包含两个方面：一是隧道内交通安全，做好必要的交通维护；二是隧道内环境安全，做好对有害气体的防护。

3.4.3 对隧道运营环境现场检测时，宜采用自动采集或数字化录入设备。

3.4.4 各参数所选测区应满足本规程的要求，检测数据无效时应进行复检。

条文说明

各参数所选测区能满足代表隧道运营情况的要求，现场检测过程中或数据整理分析过程中，发现检测数量不足或数据异常时，应及时进行补充检测或复检。

3.4.5 交通组织方案应尽量减少对现有交通的影响。

条文说明：

交通组织方案结合隧道实际交通情况制定，充分考虑隧道交通流量的时间段特点，将交通影响降到最低。

3.5 公路隧道环境评价及报告编写

3.5.1 隧道运营环境评价应对噪声、烟尘浓度、气体浓度、风速、光环境等参数分别进行评价。

条文说明

隧道运营环境参数包含了声学、流体力学、光学的相关内容，若对隧道运营环境做总体的评价十分困难。因此，本规程对隧道运营环境评价的思路是各参数单独评价。

征求意见稿

3.5.2 针对隧道运营环境应编制评价报告，评价报告应包括：

1 隧道运营概况，包括隧道的基本识别信息、土建结构技术数据、机电设施配置情况、地理位置信息、交通量信息、交通事故及车型的统计信息等。

2 检测及改造历史，包括以往运营环境检测评价结果，通风设施、照明设施改造历史，监控系统、软件平台的升级改造历史等。

3 检测目的，明确隧道运营环境检测的目的。

4 检测依据，包括检测评价所依据的标准及有关技术资料。

5 明确隧道测区、测点位置描述规则说明和必要的示意图。

6 检测内容与方法，根据隧道运营环境和检测目的确定隧道所检测的内容和方法。

7 检测设备。

8 检测项目检测数据和汇总结果。

9 公路隧道内环境评价结果、检测结论及建议。

征求意见稿

4 隧道噪声检测评价

4.1 一般规定

4.1.1 隧道噪声检测应采用数字声级计。数字声级计要求应满足测量范围（A 声级）30dB~120dB，精度±1.0 dB。

条文说明

数字声级计通常利用电容式声电换能器，将被测的声音信号转变为电信号，经内部一定处理后成为声级值。使用声级计在规定时间内测量一定数量的室内环境 A 计权声级值，经过计算得出等效 A 声级L_{Aeq}，即所测噪声值。

4.1.2 噪声检测测区应在隧道外距两端洞口 50m 范围内、入口段、中间段、出口段以及隧道内人行横洞、车行横洞、逃生通道等均有布置。

条文说明

入口段、中间段、出口段划分参考照明检测分段。

4.1.3 测区内测点横向布置原则上应包含道路中心线、车道中心线和道路两侧，若交通疏导难度大的隧道，可仅检测道路两侧测点。

条文说明：

根据现场实测数据进行分析，仅检测道路两侧测点所得噪声值与全断面检测差值小于 2%。

4.1.4 测点距地面高度应保持 1.5m~2.0m，距墙壁不小于 1.5m。

4.1.5 噪声检测应在连续 2 天进行，每天昼夜各 1 次，应覆盖交通量大和风机开启的工况。

条文说明：

隧道内 24h 交通量存在变化，噪声值也会存在较大变化。

4.2 检测方法

4.2.1 检测前、后宜使用校准器对声级计进行校准，校准环境和要求参照《电声学 声级计 第 1 部分：规范》（GB/T 3785.1-2010）执行。

条文说明：

《电声学 声级计 第 1 部分：规范》（GB/T 3785.1-2010）中要求：

征求意见稿

静压从 85kPa 到 108kPa 范围内变化时，声级计指示声级偏离参考静压时指示声级的差值，再加上测量的扩展不确定度后，对 1 级声级计不应超过±0.7dB，对 2 级声级计不应超过±1.0dB。

静压从 65kPa 到 85kPa 范围内变化时，声级计指示声级偏离参考静压时指示声级的差值，再加上测量的扩展不确定度后，对 1 级声级计不应超过±1.2dB，对 2 级声级计不应超过±1.9dB。

气温变化对被测信号级的影响，对 1 级声级计，规定的气温范围为-10℃到+50℃；对 2 级声级计，气温范围为 0℃到+40℃。气温范围是对完整声级计而言的。

在任何相对湿度上显示的声级偏离参考相对湿度显示的声级的差值，再加上测量的扩展不确定度后，对 1 级声级计不应超过±0.8dB,对 2 级声级计不应超过±1.3dB。

4.2.2 测量时声级计宜固定在三脚架上，若现场不适于放置三脚架，可手持声级计，检测人员应离开声源与声级计之间，并尽可能减少声波反射影响。

4.2.3 对于稳态噪声，用声级计快档读取 1min 指示值或平均值，对于脉冲噪声读取峰值和脉冲保持值。

4.2.4 对于周期性噪声，用声级计慢档每隔 5s 读取一个瞬时 A 声级值，测量一个周期。

4.2.5 对于非周期非稳态噪声，用声级计慢档每隔 5s 读取一个瞬时 A 声级值，连续读取 5 个以上数据。

条文说明：

检测前可对现场噪声分类进行检测预判，确定其类型为稳态噪声、周期性噪声和非周期非稳态噪声的一种，然后正式检测。

4.2.6 现场检测数据填写“隧道环境噪声检测记录表”（附录 A）。

4.3 数据处理

4.3.1 隧道内环境噪声为稳态噪声的，声级计指示值或平均值即为等效 A 声级L_{Aeq}。

4.3.2 隧道内环境噪声为脉冲噪声的，声级计测得的峰值即为等效 A

征求意见稿

声级L_{Aeq}。

4.3.3 隧道内噪声为周期性或其他非周期非稳态噪声的，单个测区测点的等效 A 声级L_{Aeq}按照式（1）计算，

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \lg(\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1 L_{Ai}}) - 10 \lg n \qquad (1)$$

式中：L_{Aeq}-环境噪声等效 A 声级，单位为分贝（dB）；

n-在规定时间 t 内测量数据的总数，单位为个；

L_{Ai}-第i次测量的 A 声级，单位为分贝（dB）。

4.3.4 单个测区的噪声值为测区测点等效 A 声级的算数平均值。

4.3.5 应列出每个测区的噪声值。

4.4 噪声评价

4.4.1 隧道外距两端洞口 50m 范围内噪声昼间不得超过 70dB，夜间不得超过 55dB。

条文说明：

夜间指 22 点至次日晨 6 点。

《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定了 4 类声环境功能区，指交通干线两侧一定距离之内，需要防止交通噪声对周围环境产生严重影响的区域，包括 4a 类和 4b 类两种类型。4a 类为高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城市主干路、城市次干路、城市轨道交通（地面段）、内河航道两侧区域。

4.4.2 隧道内噪声值不得超过 90dB，人车混合隧道不得超过 80dB。

条文说明：

《公路隧道施工技术规范》（JTG F60-2009）规定：“噪声不应大于 90dB。”经过现场验证，人在隧道内行走或养护作业时，能忍受 80dB 的噪声值。

征求意见稿

5 隧道烟尘浓度检测评价

5.1 一般规定

5.1.1 隧道烟尘浓度检测宜采用便携式大气光透过率仪。便携式大气光透过率仪测量范围为 5m＜L≤50m，准确度为±10%；测量范围为 50m＜L≤500m，准确度为±10%；测量范围为 500m＜L≤5000m，准确度为±15%。

5.1.2 烟尘浓度检测测区应覆盖隧道每个通风段，每个通风段测区至少 1 个，且测区间距不大于 300m。

5.1.3 靠近进出口的隧道内测区宜布置在距进出口 10m 处。

5.2 检测方法

5.2.1 测量时将便携式大气光透过率仪置于三角架上，高度为 1.0m~1.5m。

5.2.2 每测区宜不少于 3 个不同位置的测点，布置测点位置原则上包含车道中心线和道路中心线，若交通疏导难度大的隧道，可检测道路两侧测点进行替代。

条文说明：

根据现场实测数据进行分析，检测道路两侧测点所得烟尘浓度与检测车道中心线和道路中心线检测差值小于 1%。

5.2.3 若检测到某一测区烟尘浓度超过限值，应向隧道进出口方向增加测区，直至找到开始超过浓度限值的位置。

5.2.4 现场检测数据填写“隧道烟尘浓度检测记录表”（附录 B）。

5.3 数据处理

5.3.1 以测区测点最大值为测区烟尘浓度。

5.3.2 应列出每个测区的烟尘浓度值。

5.4 烟尘浓度评价

5.4.1 隧道内照明采用显色指数 33≤Ra≤60、相关色温 2000~3000K

征求意见稿

的钠光源时，烟尘浓度 K 按表 5.4-1 取值：

表 5.4-1 烟尘浓度限值

设计速度（km/h）	≥90	60≤v＜90	50≤v＜60	30＜v＜50	v≤30
烟尘浓度 K（m^{-1}）	0.0065	0.0070	0.0075	0.0090	0.0120

条文说明：

本条参照《公路隧道通风设计细则》（JTG/T D70/2-02-2014）编写。

5.4.2 隧道内照明采用显色指数 Ra≥65、相关色温 3300~6000K 的荧光灯、LED 灯等光源时，烟尘浓度 K 按表 5.4-2 取值：

表 5.4-2 烟尘浓度限值

设计速度（km/h）	≥90	60≤v＜90	50≤v＜60	30＜v＜50	v≤30
烟尘浓度 K（m^{-1}）	0.0050	0.0065	0.0070	0.0075	0.0120

条文说明：

本条参照《公路隧道通风设计细则》（JTG/T D70/2-02-2014）编写。

5.4.3 隧道内养护维修时，隧道作业段空气的烟尘允许浓度不应大于 $0.0030m^{-1}$。

6 隧道气体浓度检测评价

6.1 一般规定

6.1.1 隧道气体浓度检测宜采用直读式气体检测设备。直读式气体检测设备量程和示值误差应满足如下要求：

表 6.1-1 直读式气体检测设备要求

序号	参数	量程	示值误差
1	SO_2	0~500ppm	±5%FS
2	CO_2	0~10000ppm	±2%FS
3	NO_2	0~1000ppm	±3%
4	O_2	0~30%	±3%FS
5	H_2S	0~100ppm	$\pm5\times10^{-6}$
6	CO	0~500ppm	$\pm5\times10^{-6}$
7	NO	0~1000ppm	$\pm5\times10^{-6}$
8	瓦斯	0~100%	±5%FS

条文说明

征求意见稿

气体浓度检测方法包含现场采样试验室检测、直读式气体检测设备现场检测，本规程的方法仅适用于直读式气体检测设备现场检测。

6.1.2 气体浓度检测测区应覆盖隧道每个通风段，每个通风段测区至少 1 个，且测区间距不大于 500m。

6.1.3 靠近进出口的测区宜布置在距进出口 10m 处。

6.1.4 检测人员在进入密闭空间前，对其空气中的有毒气体进行检测，为准入密闭空间提供依据。

条文说明

密闭空间主要指隧道的设备洞室、风井、施工辅道等。

6.2 检测方法

6.2.1 测量多种气体时应按照测氧-测爆-测毒的顺序进行。

条文说明

先测量氧气的含量，再测量可燃可爆炸气体的含量，再测量有毒气体的含量。

6.2.2 复合式仪器和便携式气相色谱仪可同时检测氧气、可燃气体和有毒气体。检测时，按照检测仪器的说明书进行操作。

6.2.3 每测区宜不少于 6 个不同位置的测点，原则上测点位置在隧道横断面内均匀布置，宜按照图 6.2-1 布设测点。若交通疏导难度大的隧道，可将测点布置在靠近侧墙的位置，测点位置距离衬砌和路面不少于 0.3 米。

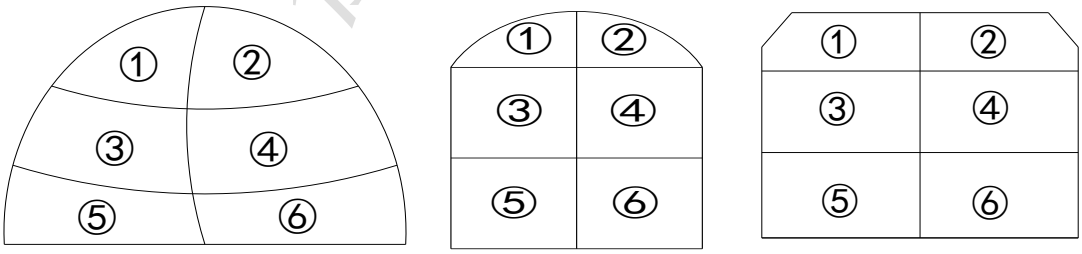


图 6.2-1 测点布置图

条文说明：

根据现场实测数据进行分析，仅检测靠近侧墙的测点所得气体浓度值与全断面均匀分布检测差值小于 1%。本规程是针对运营隧道的检测，为了减少对隧道交通的影响，对气体的短时间接触浓度进行检测。

6.2.4 若检测到某一测区浓度超过限值，应向隧道进出口方向增加测

征求意见稿

区，直至找到开始超过浓度限值的位置。

6.2.5 现场检测数据填写“隧道气体含量检测记录表”（附录 C）。

6.3 数据处理

6.3.1 测区气体浓度为测区测点最大值。

6.3.2 单个测区测量多种气体时，应列出每种气体浓度的最大值。

6.3.3 每个测区应列出不同类型气体浓度值。

6.4 气体浓度评价

6.4.1 隧道内 CO 浓度应满足以下要求：

1 正常交通时，隧道内 CO 浓度不得超过表 6.4-1 要求，

表 6.4-1 CO 浓度限值

隧道长度（m）	≤1000	＞3000
$\delta_{co}(cm^3/m^3)$	150	100

注：隧道长度为 1000m＜L≤3000m 时，按线性内插法取值。

2 交通阻滞时，阻滞段的 CO 浓度不得超过 150 cm^3/m^3。

6.4.2 隧道内 NO_2 浓度值不得超过 1.0 cm^3/m^3。

6.4.3 隧道内氧气含量应保持在 19.5%以上，海拔超过 3500 米的隧道氧气含量应保持在 13.5%以上。

6.4.4 隧道内二氧化碳的浓度应不超过 9000mg/m³。

6.4.5 隧道内二氧化硫的浓度应不超过 5mg/m³。

6.4.6 隧道内一氧化氮的浓度应不超过 15mg/m³。

6.4.7 隧道内硫化氢的浓度应不超过 10mg/m³。

6.4.8 隧道内瓦斯的浓度应不超过 0.75%。

6.4.9 隧道内其他气体的浓度限值参照《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1）执行。

征求意见稿

7 隧道风速检测评价

7.1 一般规定

7.1.1 隧道检测方法适用于热电风速计和风杯风速计。测量范围应满足 0.1~30m/s，示值误差小于±（0.5m/s+0.02V）（V 为标准风速）。

7.1.2 风速检测测区应覆盖隧道每个通风段，同时还需对隧道洞口两端的自然风风速进行测试。

7.1.3 测区布置应距离隧道进、出口及射流风机至少 60m。

7.1.4 测区不应选择隧道主洞轮廓明显变化的区域。

7.1.5 在测试期间应保持隧道车行横洞、人行横洞等处于关闭状态。

7.2 检测方法

7.2.1 使用指针式热电风速计时按说明书调整仪表的零点和满度，使用数显式热电风速计时需进行自检或预热。

7.2.2 按测区分布方式分为多点法和特征点法两种，对测试结果准确度要求不高时，可采用特征点法。

7.2.3 测试仪器分为风表和热点式风速仪，采用风表检测时应区分侧面法和迎面法。

7.2.4 采用多点法检测应满足以下要求：

1 采用多点法检测时，测点分布应根据隧道主洞轮廓，将测试断面划分为 16 个测试区域，并将测点设于每个测试区域的形心，如图 7.2-1 所示。

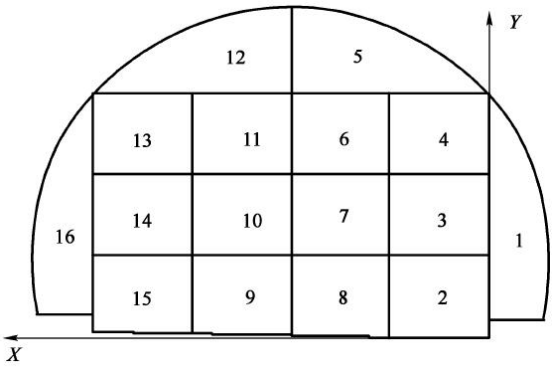


图 7.2-1 多点法检测区域分布

征求意见稿

2 应根据通风系统设计工况，开启风机，待隧道断面流场均匀后开始测试。

3 应将风速表的传感器置于图 7.2-1 中的各区域形心，测试方向应为隧道纵向，待风速表显示值相对稳定后，读取每个测点风速测试值并记录，同时记录对应的测试区域。

4 当测试断面基本对称时，可只测试半幅断面所包含各测试区域形心的风速值。

条文说明：

测试半幅断面所包含区域为图 7.2-1 中的 1～8 号区域或 9～16 号区域。

7.2.5 采用特征点法检测应满足以下要求：

1 特征点在测试断面中应位于建筑限界右顶角的右侧端点垂线上，高度距离检修道（人行道）上方 0.25m，如图 7.2-2 所示。

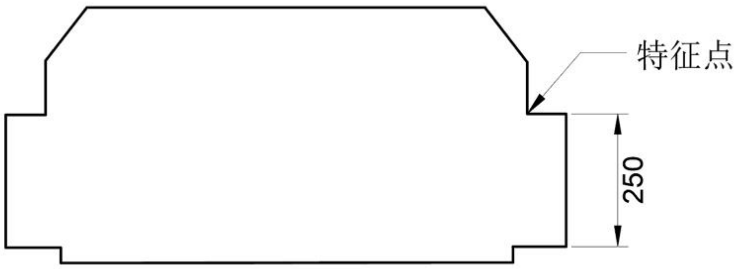


图 7.2-2 特征点在公路隧道建筑限界中的位置示意图（单位：cm）

2 应根据通风系统设计工况，开启风机，待隧道断面流场均匀后开始测试。

3 应将风速表的传感器置于测试断面特征点位置，测试方向为隧道纵向，待风速表显示值相对稳定后，读取特征点位置风速测试值并记录。

4 每个测试段应测试 3 个邻近断面，断面的间距宜为（100±10）m。

7.2.6 现场检测数据填写“隧道风速检测记录表”（附录 D）。

7.3 数据处理

7.3.1 采用风表测量时，测区风速按下式计算：

1 采用侧面法测量风速时，测区实际风速 V 用式（2）计算，

$$V = V_s \cdot (S - 0.4) / S \tag{2}$$

式中，S-所测隧道的断面积，单位为 m^2；

V_s-所测测区平均风速，单位为 m/s；

采用多点法测量时$V_s = \frac{\sum v_i S_i}{s}$,$v_i$-第 i 个测试区域的测点风速值（m/s）；$S_i$-第 i 个测试区域的面积（$m^2$）。

采用特征点法测量时，V_s为相邻 3 个测区的算术平均值。

0.4-人体占据隧道的断面积（m^2）。

2 采用迎面法测量风速时，测区实际风速V用式（3）计算，

$$V = 1.14 \cdot V_s \qquad (3)$$

条文说明

式中符号与式（2）中的一致。

7.3.2 采用热点式风速仪测量时测区实际风速V用式（4）计算：

$$V = \frac{\sum v_i}{N} \qquad (4)$$

式中，v_i-第 i 个测试区域的测点风速值（m/s）；N-测点数量。

7.4 风速评价

7.4.1 隧道内所测测区风速应满足以下要求：

1 隧道风速不小于 1.5m/s；

2 单向交通隧道风速大于 10m/s，特殊情况可取 12m/s；

3 双向交通隧道风速不应大于 8m/s；

4 人车混用隧道风速不应大于 7m/s。

8 隧道光环境检测评价

8.1 一般规定

8.1.1 隧道照度检测适用于采用照度计的检测。照度计的测量范围应满足 0.1~1000,000lx，相对示值误差绝对值为±4%。

8.1.2 应对入口段、过渡段、中间段、出口段、紧急停车带、人行横动、车行横洞、地下风机房及地下变电所照明进行检测。

征求意见稿

条文说明

公路隧道照明一般划分为入口段、过渡段、中间段、出口段照明、紧急停车带、横通道、地下风机房及地下变电所，当入口段、过渡段、出口段有多段照明组成时，测区选取都要覆盖。除了对各照明段的平均照度进行检测，还要对两侧墙面 2m 高范围内平均照度和中间段路面亮度总均匀度、路面中线亮度纵向均匀度进行检测。

8.2 检测方法

8.2.1 入口段、过渡段、出口段平均照度检测满足以下条件：

1 测区数量宜取 1 个，长度宜取 10m 或一个布灯周期。

2 单个测区纵向测点间距不宜大于 3m，横向测点由中央向两侧对称布置，取距车道两侧边界线 1/6 车道宽处、距车道两侧边界线 1/4 车道宽处、路面中心点、侧墙 1.5m 高处。

8.2.2 中间段平均照度检测满足以下条件：

1 测区总长度宜取隧道总长度的 1%~5%，单个测区宜取 100m。

条文说明

测区总长度指中间段所选单个测区长度之和，取值应根据隧道现场照明均匀程度决定。

2 单个测区纵向测点间距不宜大于 10m，横向测点由中央向两侧对称布置，取距车道两侧边界线 1/6 车道宽处、距车道两侧边界线 1/4 车道宽处、路面中心点、侧墙 1.5m 高处。

8.2.3 测试过程中应避免相邻测区、检测人员及过往车辆对光照的影响，待示数稳定后记录数据。

8.2.4 隧道入口段、出口段照明应在夜间测试；如现场只具备白天测试条件，应选取外界光照不斜照入隧道，且测点远离出、入口至少 10m 以上，保证纵向测点数据无明显跳跃性。

条文说明

隧道入口段、出口段照明原则上应在夜间测试，但根据调研情况考虑部分隧道照明设有自动分级调光系统，夜间仅保留基本照明，系统调整协调难度大，只具备白天测试条件，在测试过程中应尽量避免外界光照对检测结果的影响。

征求意见稿

8.2.5 现场检测数据填写“隧道照度检测记录表”（附录 E）。

8.3 数据处理

8.3.1 测区路面平均照度 E 用式（3）计算，

$$E=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}E_i \qquad (3)$$

式中，E_i-测区内测点照度值，单位 Lux；

n-测区内测点总数。

条文说明

对测区路面平均照度计算时，只对道路中心点、行车道中点、路缘点等路面测点计算，两侧侧墙 2m 处测点不进行计算。

8.3.2 测区路面总均匀度 U_0 用式（4）计算，

$$U_0=\frac{L_{\min}}{L_{av}} \qquad (4)$$

式中：$L_{\min}$-测区内路面最低亮度值；

L_{av}-测区内路面平均亮度值。

8.3.3 测区路面中线纵向均匀度 U_1 用式（5）计算，

$$U_1=\frac{L'_{\min}}{L'_{\max}} \qquad (5)$$

式中：$L'_{\min}$-测区沿路面中线亮度最小值；

$L'_{\max}$-测区沿路面中线亮度最大值。

8.3.4 平均亮度与平均照度间的换算系数宜实测确定；无实测条件时，黑色沥青路面可取 15 lx/(cd·m^{-2})，水泥混凝土路面可取 10 lx/(cd·m^{-2})。

条文说明

对各段平均照度检测当使用照度计和亮度计区别时，为了与设计规范保持参数一致，要对其进行换算。

《公路隧道照明设计细则》（JTG/T D70/2-01-2014）中指出路面平均亮度与

征求意见稿

平均照度间的换算系数与路面材料、颜色有关，条文中所列换算系数参考《城市道路照明设计标准》(CJJ 45-2006)的有关条文。

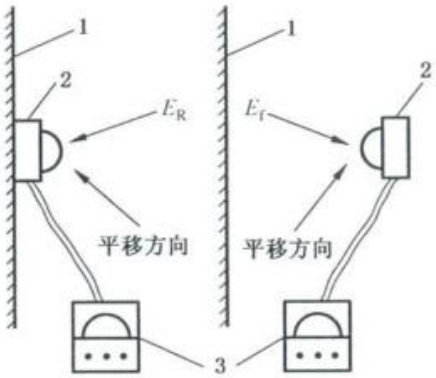
《照明测量方法》（GB/T 5700-2008）中指出用照度计测量漫反射表面的反射比，选择不受直接光影响的被测表面位置，将照度计的接收器紧贴被测表面的某一位置，测其入射强度E_R，然后将接收器的感光面对准同一被测表面的原来位置，逐渐平移离开，待照度稳定后，读取反射照度E_f，测量示意图如下所示，并按下式计算反射比：

$$\rho = \frac{E_f}{E_R}$$

式中：ρ-反射比；

E_f-反射照度，单位为勒克斯（lx）；

E_R-入射照度，单位为勒克斯（lx）。



1——被测表面；
2——接收器；
3——照度计。

图 采用照度计间接测量反射比方法示意图

利用反射比的亮度值按下式计算

$$L = \frac{\rho E}{\pi}$$

8.4 照度评价

8.4.1 隧道内各照明段路面平均照度应满足《公路隧道照明设计细则》（JTG/T D70/2-01-2014）的要求。

8.4.2 隧道内中间段路面总均匀度和路面中线纵向均匀度应满足《公

路隧道照明设计细则》（JTG/T D70/2-01-2014）的要求。

8.4.3 隧道两侧墙面 2m 高范围内的亮度，不应低于路面平均亮度的60%。

征求意见稿

附录 A 隧道环境噪声检测记录表

<table>
<tr><td>隧道名称</td><td colspan="2"></td><td>所在路线</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>检测环境</td><td colspan="2"></td><td>检测日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">检测使用主要仪器设备</td><td>序号</td><td>名 称</td><td>型 号</td><td>设备编号</td><td>设备状态</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>检测依据</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">检测位置（测区）</td><td colspan="2">噪声值（dB）</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>结论与说明</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

征求意见稿

附录 B 隧道烟尘浓度检测记录表

<table>
<tr><td>隧道名称</td><td colspan="2"></td><td>所在路线</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>检测环境</td><td colspan="2"></td><td>检测日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">检测使用主要仪器设备</td><td>序号</td><td>名 称</td><td>型 号</td><td>设备编号</td><td>设备状态</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>检测依据</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">检测位置（测区）</td><td colspan="2">烟尘浓度值（m^{-1}）</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>结论与说明</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

征求意见稿

附录 C 隧道气体含量检测记录表

<table>
<tr><td>隧道名称</td><td colspan="2"></td><td>所在路线</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>检测环境</td><td colspan="2"></td><td>检测日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>气体类型</td><td colspan="5">□一氧化碳 □二氧化氮 □二氧化碳 □二氧化硫 □氧气 □一氧化氮 □瓦斯 □硫化氢</td></tr>
<tr><td rowspan="2">检测使用主要仪器设备</td><td>序号</td><td>名 称</td><td>型 号</td><td>设备编号</td><td>设备状态</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>检测依据</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">检测位置（测区）</td><td colspan="2">气体浓度</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>结论与说明</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

征求意见稿

附录 D 隧道风速检测记录表

<table>
<tr><td>隧道名称</td><td colspan="2"></td><td>所在路线</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>检测环境</td><td colspan="2"></td><td>检测日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">检测使用主要仪器设备</td><td>序号</td><td>名 称</td><td>型 号</td><td>设备编号</td><td>设备状态</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>检测依据</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">检测位置（测区）</td><td colspan="2">风速值（m/s）</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>结论与说明</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

征求意见稿

附录 E 隧道照度检测记录表

<table>
<tr><td>隧道名称</td><td colspan="2"></td><td>所在路线</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>检测环境</td><td colspan="2"></td><td>检测日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">检测使用主要仪器设备</td><td>序号</td><td>名 称</td><td>型 号</td><td>设备编号</td><td>设备状态</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>检测依据</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">检测位置（测区）</td><td colspan="2">照度值（lx）</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>结论或说明</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

征求意见稿