

公路隧道通风设计指南

2021 - 07 - 06 发布

2021 - 10 - 05 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通风设计规划与调查	2
5 通风方式	4
6 通风标准及设计风量	5
7 通风计算	6
8 风机房	11
9 风机选型与布置	13
10 通风系统结构设计	14
11 通风控制及火灾防排烟	16

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由河南省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：河南省尧栾西高速公路建设有限公司、河南省交通规划设计研究院股份有限公司、长安大学。

本文件主要起草人：刘东旭、李国伟、白雅伟、付大喜、王永东、李志鹏、高晓培、韩艳红、翟彦发、郑培信、胡晓伟、郭炎伟、肖亚冲、郭菲菲、曹家丕、何志伟、李磊、张良、于庆、唐果、梁佳林、覃桢杰、化思豪。

公路隧道通风设计指南

1 范围

本文件确立了公路隧道通风设计的术语和定义、规划与调查、通风方式、通风标准及设计风量、通风计算、风机房、风机选型与布置、通风系统结构设计、通风控制及火灾防排烟等内容。

本文件适用于各等级公路山岭隧道的通风设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTG B01 公路工程技术标准

JTG/T D70/2-02 公路隧道通风设计细则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一氧化碳浓度

隧道单位体积被污染空气中含有一氧化碳（CO）的体积，用体积浓度计量。

3.2

烟尘浓度

烟尘对空气的污染程度，通过测定污染空气中 100 m 距离的烟尘光线透过率来确定，表示洞内能见度的指标。

3.3

需风量

按保证隧道安全运营要求的环境指标，根据隧道条件计算确定需要的新鲜空气量。

3.4

设计风量

以计算得到的隧道需风量为基础，在满足运营要求而配置风机后达到的通风量。

3.5

设计风速

根据设计风量计算得到的空气在隧道内沿隧道轴向流动的速度。

3.6

风压

分为静压、动压、全压。作用于各个方向上压强相等的空气压力称为静压；空气以某一速度流动时所产生的压力称为动压；任意测点处静压和动压之和称为全压。本指南所提及静压和全压是指隧道或风机的相对静压和相对全压。

3.7

纵向通风

通风气流在行车空间沿隧道轴线方向（纵向）的流动。

3.8

互补式通风

通风气流在行车空间沿隧道轴线方向（纵向）进入，经横通道交换左、右线隧道部分气流，沿隧道轴线方向（纵向）排出的流动。

3.9

半横向通风

通风气流在行车空间沿垂直于隧道轴线方向（横向）进入（或排出）、沿隧道轴线方向（纵向）排出（或进入）的流动。

3.10

全横向通风

通风气流在行车空间沿垂直于隧道轴线方向（横向）的流动。

4 通风设计规划与调查

4.1 通风规划

4.1.1 整体规划

公路隧道通风应结合路线平面、纵断面、隧道断面形式、工程分期建设情况、防灾救援与运营管理等进行整体规划。

4.1.2 设计步骤

公路隧道通风设计应按下列步骤实施：

- a) 应收集隧道所在路段平面、纵断面，隧道地形、地物、地质等路线资料；
- b) 应收集隧道所在路段的公路等级、隧道断面、交通量，所在区域的气象和环境条件，以及隧址区域的环保要求等技术资料；
- c) 应根据收集的资料进行隧道需风量的初步计算及通风方案比选；当因路线方案使各通风方案均不满足运营安全、经济、环保要求时，则应重新论证路线方案、隧道长度、纵坡等；
- d) 应根据比选确定的通风方案计算需风量，确定设计风量，并计算通风系统阻力；
- e) 应根据通风系统阻力计算风机风压、风量、功率等，并进行风机选型及配置；
- f) 通风设备安装前，应针对隧道土建施工、通风设备参数变更情况复核通风系统是否满足隧道运营需求。

4.1.3 设计原则

公路隧道通风系统设计应遵循下列原则：

- a) 通风系统可根据近远期预测交通量进行一次设计、两期实施；
- b) 应根据所在路段交通量增长、汽车有害气体标准排放量变化、各分期实施阶段洞内通风标准和洞外环境空气质量标准变化、土建工程及通风设施分期实施的难易程度等因素综合考虑；
- c) 公路隧道通风设计，应对日常运营通风与防灾通风设施进行统筹规划，明确日常运营工况与火灾工况的风机数量；
- d) 各期安装的设备应满足隧道防灾通风需求；
- e) 服务隧道和地下风机房通风系统应采用正压通风方式。

4.1.4 环境影响

隧道洞口或通风井口有环境保护要求时，有害气体排放应符合环境保护的相关规定。

4.1.5 坡度要求

长度 $L > 5000$ m隧道的平均纵坡，不宜大于2.0%；隧道行车方向进口接线纵坡宜与洞内一致。

4.2 通风调查

公路隧道通风设计应对隧道所在区域的交通、气象、环境及地形、地物、地质等进行调查，应包括下列内容：

- a) 隧道所在路段设计预测年份的交通量、交通组成、交通阻滞和人行情况等；
- b) 隧道通行的不同动力、不同燃料类型车辆的构成；
- c) 隧道所在路段的交通高峰时间段、交通出行规律；
- d) 隧址区域自然风速、隧道洞口或通风井位置的气流扩散等；
- e) 隧道洞口及通风井位置的气压、风向、风速、温度等；
- f) 特殊气象条件；
- g) 隧道洞口或通风井周围的敏感地物，以及隧址区域的环境空气背景浓度等；
- h) 通风井位和风机房的地质情况，以及通风井所在区域的地形、地物。

4.3 交通量

4.3.1 设计小时交通量

通风设计采用的设计小时交通量应根据隧道所在路段项目可行性研究报告提出的设计（预测）年平均日交通量（AADT）进行换算，并宜符合下列规定：

- a) 设计小时交通量系数宜采用项目可行性研究报告提供的数据；若未明确提出，山岭重丘区隧道可取 12%，平原微丘区隧道可取 10%，城镇附近的隧道可取9%；
- b) 单向交通隧道的方向分布系数宜根据项目可行性研究报告取值，若未明确提出，可取 55%；双向交通隧道行车上坡较长方向的方向分布系数可取 60%；
- c) 当设计小时交通量大于隧道所在路段的最大服务交通量时，宜采用最大服务交通量换算的设计小时交通量。

4.3.2 混合车型设计高峰小时交通量

将标准小客车交通量换算成混合车型设计高峰小时交通量，其换算的步骤为：

- a) 根据交通组成百分比和标准小客车设计高峰小时交通量，算出各车型对应的标准小客车设计高峰小时交通量；
- b) 将各车型的标准小客车高峰交通量换算成混合车型设计高峰小时交通量（veh/h），各汽车代表车型及车辆折算系数可按 JTG B01 取值。

4.3.3 阻滞车速

- c) 对于长度 $L \leq 1000$ m 的隧道可不考虑交通阻滞；对于长度 $L > 1000$ m 的隧道阻滞段宜按每车道长度为 1000 m 计算。以下行驶情况可视为交通阻滞：
 - d) 高速公路隧道内各车道平均行车速度不大于 30 km/h；
 - e) 一级公路隧道内各车道平均行车速度不大于 20 km/h；
 - f) 二级、三级、四级公路隧道内各车道平均行车速度不大于 10 km/h。

4.3.4 火灾交通量

火灾工况下交通量计算应遵循下列原则：

- a) 工况车速宜按 0 km/h 考虑；
- b) 单向交通隧道宜按独立排烟区末端位置发生火灾考虑；双向交通隧道宜按洞内中点发生火灾考虑；
- c) 隧道交通量由洞内滞留的车辆数与后续进入洞内的车辆数之和确定，后续进入洞内的车辆数，单向通行隧道宜按 5 min 计算，双向通行隧道宜按 10 min 计算。

5 通风方式

5.1 通风方式选择

5.1.1 影响因素

隧道通风方式选择时应考虑下列因素：

- a) 隧道长度；
- b) 交通条件；
- c) 地形、地物、地质条件；
- d) 通风要求；
- e) 环境保护要求；
- f) 火灾时的通风控制；
- g) 维护与管理水平；
- h) 分期实施的可能性；
- i) 工程造价、运营电费、维护管理费。

5.1.2 通风方式分类

隧道通风方式分为自然通风和机械通风两种方式。机械通风方式主要有纵向通风方式、半横向通风方式、全横向通风方式以及采用以上多种通风方式形成的组合通风方式。各类通风方式的特点可参考 JTG/T D70/2-02。

5.1.3 设置机械通风方式初步判定条件

双向交通隧道，当符合公式（1）的条件时，可设置机械通风。

$$L \cdot N \geq 6 \times 10^5 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

L ——隧道长度，单位为米（m）；

N ——设计小时交通量，单位为辆每小时（veh/h）。

单向交通隧道，当符合公式（2）的条件时，可设置机械通风。

$$L \cdot N \geq 2 \times 10^6 \dots\dots\dots (2)$$

若不满足公式（1）、（2）可采用自然通风方式。

5.2 通风要求

5.2.1 设计风速

单向交通隧道的设计风速不宜大于10.0 m/s，特殊情况不应大于12.0 m/s；双向交通隧道的设计风速不应大于8.0 m/s；设有专用人行道的隧道设计风速不应大于7.0 m/s。

5.2.2 风流流向

双向交通隧道设计风向宜与行车上坡较长方向一致，洞内通风气流方向不宜频繁变化。

5.2.3 交互污染

隧道洞口之间、送排风口之间的污染物空气流动，应符合下列要求：

- 连拱或小净距特长隧道的左右洞相邻洞口间宜采取措施避免污染空气窜流，当不可避免污染空气窜流时，通风设计应考虑窜流带来的影响；
- 上行隧道行车出口排出洞外的污染空气对下行隧道产生二次污染时，应根据污染程度综合考虑上、下行隧道的通风方式；
- 通风井的进风口宜设置于上风方向，排风口宜设置于下风方向；设置于山坳中的通风井，风口宜朝开阔方向；
- 通风井的排风口高程应大于进风口高程，其高差不应小于5 m；进风口与排风口之间的平面间距不应小于5 m；进风口与排风口不应同方向布置，防止窜流。

6 通风标准及设计风量

6.1 通风标准

6.1.1 CO 与 NO₂ 设计浓度

取值应符合下列规定：

- 通风设计的卫生标准应以稀释CO为主，正常交通时，CO设计浓度可按表1取值；

表1 CO 设计浓度

隧道长度 (m)	$L \leq 1000$	$1000 < L \leq 3000$	$L > 3000$
δ_0 (cm ³ /m ³)	150	线性内插值法取值	100

- 隧道内20 min内的平均NO₂设计浓度可取1.0 cm³/m³；
- 交通阻滞时，阻滞段的平均CO设计浓度可取150 cm³/m³，经历时间不宜超过20 min；
- 人车混合通行的隧道，隧道内CO设计浓度不应大于70cm³/m³，隧道内60 min内NO₂设计浓度不应大于0.2 cm³/m³；
- 隧道内养护维修时，作业段CO允许浓度不应大于30 cm³/m³，NO₂允许浓度不应大于0.12 cm³/m³。

6.1.2 烟尘设计浓度

取值应符合下列规定：

- 公路隧道通风设计的安全标准应以稀释烟尘为主，烟尘设计浓度K取值应按表2、表3执行；

表2 烟尘设计浓度（钠光源）

设计速度 v_t (km/h)	$v_t \geq 90$	$60 \leq v_t < 90$	$50 \leq v_t < 60$	$30 < v_t < 50$	$v_t \leq 30$
烟尘设计浓度 K (m ⁻¹)	0.0065	0.0070	0.0075	0.0090	0.0120

表3 烟尘设计浓度（荧光灯、LED灯等光源）

设计速度 v_t (km/h)	$v_t \geq 90$	$60 \leq v_t < 90$	$50 \leq v_t < 60$	$30 < v_t < 50$	$v_t \leq 30$
烟尘设计浓度 K (m^{-1})	0.0050	0.0065	0.0070	0.0075	0.0120

- b) 双洞单向交通临时改为单洞双向交通时，隧道内烟尘允许浓度不应大于 $0.012 m^{-1}$ ；
c) 隧道内养护维修时，隧道作业段烟尘允许浓度不应大于 $0.003 m^{-1}$ 。

6.1.3 换气频率和换气风速

公路隧道通风设计的舒适性标准应以换气稀释异味为主，隧道空间最小换气频率不应低于3次/h；采用纵向通风的隧道，隧道换气风速不应低于 $1.5m/s$ 。

6.2 设计风量

设计风量应按稀释CO需风量、稀释烟尘需风量、隧道换气需风量以及火灾时排烟需风量的最大值，需风量计算公式应按JTG/T D70/2-02执行。考虑汽车技术发展，宜单独考虑新能源汽车的影响。

7 通风计算

7.1 一般规定

公路隧道通风计算应符合下列要求：

- 应根据工程可行性研究、初步设计和施工图设计等阶段的要求进行相应的计算；
- 通风系统中，风机及交通通风力提供的风量和风压应满足需风量和克服通风阻力的要求；
- 公路隧道通风计算可把空气视为不可压缩流体，隧道内的空气流可视为不随时间变化的恒定流，且汽车行驶也可视为恒定流；
- 沿程阻力系数及局部阻力系数应根据隧道或风道的断面当量直径和壁面粗糙度以及风道结构形状等取值，常用阻力系数可按JTG/T D70/2-02执行。

7.2 自然通风力

7.2.1 确定原则

应按以下原则确定：

- 通风计算中，应将自然通风力作为隧道通风阻力考虑；当确定自然风作用引起的隧道内风速常年与隧道通风方向一致时，宜作为隧道通风动力考虑；
- 自然风作用引起的洞内风速宜根据气象调查资料、隧道长度、纵坡等确定；当未取得相关调查结果宜取 $2.0 m/s \sim 3.0 m/s$ ；
- 采用通风井分段纵向式通风的隧道，各通风区段自然通风力可在隧道贯通后进行实测，同时应考虑季节变化的影响。

7.2.2 自然通风力计算

隧道自然通风力计算公式应按JTG/T D70/2-02执行。

7.3 交通通风力

7.3.1 确定原则

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/215111002134011240>