


# 基于公路服务水平分级的隧道运营通风计算方法

Tunnel operation ventilation calculation method based on road service level ranking

屈志豪 副研究员  
Qu Zhihao Vice Professor



重庆交通科研设计院  
CHONGQING TRANSPORTATION RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



# 报告内容

- 1 前言 (Preface)
- 2 公路的服务水平与适应交通量  
(Highway service level and adaptable traffic volume)
- 3 《公路隧道通风照明设计规范》(JTJ026.1-1999)中的通风计算  
(Calculation of ventilation in "Road tunnel ventilation & illumination design norm")
- 4 基于公路服务水平分级的隧道通风计算  
(Tunnel ventilation calculation method based on highway service level ranking)
- 5 结束语 (Conclusions)



重庆交通科研设计院

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



# 1 前言 (Preface)

是否设置运营通风系统  
installation of ventilation system

设置的规模  
project scale of ventilation system

洞内空气质量  
internal tunnel air quality




基本通行能力  
basic traffic capacity

洞内实际交通量  
real traffic volume in tunnels


重庆交通科研设计院

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



# 1 前言 (Preface)



国家高速公路网布局方案

环渤海地区道路  
Bohai ring road

中-东部地区  
mid China and east China

成渝高速  
Chengdu-Chongqing highway

华南地区  
south China

重庆交通科研设计院

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 1 前言 (Preface)



重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 1 前言 (Preface)



**服务水平 (service level)**  
**通行能力 (traffic capacity)**  
都对应着道路实际运营后可能拥有的交通量和所能承载的最大交通量 (are defined as foreseen max. traffic volume and max. traffic capability.)

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 1 前言 (Preface)

现行《公路隧道通风照明设计规范》(JTJ026.1-1999)没有体现“服务水平”“通行能力”等概念。



The applicable "Road tunnel ventilation & illumination design norm" has not taken into consideration those concepts of "Service level" and "Traffic capacity", etc..

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 1 前言 (Preface)

**大交通量或重交通的特长隧道**  
super-long tunnels with high or heavy traffic volume

运营通风系统装机功率可能存在“过量”“不足”的现象

the installed power for operation ventilation system designed per this criterion may quite possibly has the disadvantages of "Excessive or Inadequate"

对于后者,可能成为“限制隧道交通量、降低道路车辆通行能力”的重要因素之一

The latter could be a substantial factor that restricts tunnel traffic volume and reduce road traffic capacities



重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 1 前言 (Preface)

这里, 本文就隧道“需风量”与交通流相关的理论参数、“通风计算”中的“交通通风力”等, 提出采用与“公路服务水平分级”理论对应的通风计算方法, 并就高速公路作详细论述。

This paper has suggested adopting a ventilation calculation method in related to “Highway service level ranking” theory for theoretical parameters between “Air demand” for tunnel and traffic volume, “Traffic ventilation capacity” in “Ventilation calculation”, and has given detail description with instance of highway.



重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 2 公路的服务水平与适应交通量

Highway service level and adaptable traffic volume

### 2.1 高速公路的服务水平分级 (Highway service level and adaptable traffic volume)

表1 高速公路服务水平分级 (Table 1 Highway service level ranking)

服务水平等级	密度 (pcu/km/ln)	设计速度 (km/h)								
		120			100			80		
		速度	V/C	最大服务交通量V (pcu/km/ln)	速度	V/C	最大服务交通量V (pcu/km/ln)	速度	V/C	最大服务交通量V (pcu/km/ln)
一级	≤7	≥109	0.34	750	≥92	0.31	650	≥74	0.25	500
二级	≤18	≥90	0.74	1600	≥79	0.67	1400	≥66	0.60	1200
三级	≤25	≥78	0.88	1950	≥71	0.86	1800	≥60	0.75	1500
四级	≤45	≥48	接近 1.0	<2200	≥47	接近 1.0	<2100	≥45	接近 1.0	<2000
	>45	<48	>1.0	0~2200	<47	>1.0	0~2100	<45	>1.0	0~2000

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 2 公路的服务水平与适应交通量

Highway service level and adaptable traffic volume

### 2.2 高速公路的适应交通量 (Adaptable traffic volume for highway)

表2 高速公路的通行能力 (Table 2 Highway traffic capacity)

项目 (Items)	单位 (Unit)	高速公路 (Highway)		
设计速度 (Designed speed)	km/h	120	100	80
基本通行能力C (Basic traffic capacity C)	pcu/h/ln	2200	2100	2000
设计通行能力C <sub>D</sub> (Designed traffic capacity C <sub>D</sub> )	pcu/h/ln	1600	1400	1200

表3 高速公路能适应的年平均日交通量AADT

(Table 3 Annual average daily traffic (AADT) adaptable for highway)

设计速 (km/h) Designed speed	高速公路 (Highway)		
	四车道 (pcu/d) 4-lanes	六车道 (pcu/d) 6-lanes	八车道 (pcu/d) 8-lanes
120	40 000~55 000	55 000~80 000	80 000~100 000
100	35 000~50 000	50 000~70 000	70 000~90 000
80	25 000~45 000	45 000~60 000	60 000~80 000

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 3 《公路隧道通风照明设计规范》

(JTJ026.1-1999) 中的通风计算

Calculation of ventilation in “Road tunnel ventilation & illumination design norm” (JTJ026.1-1999)

### 3.1 隧道需风量计算

(Calculation of tunnel air demand)

隧道需风量计算的四个标准:

卫生标准 (稀释汽车尾排CO)

安全标准 (稀释汽车尾排烟尘)

舒适标准 (换新风除异味)


防灾标准 (控制火灾和排烟雾)



The “Norm” has given detail specification to demand of air to dilute CO from vehicle tail gas, smog or odor in atmosphere, among which the air needed to dilute CO and smog has direct relationship with the traffic volume, and they have quite similar calculation equation structure and parameter selecting method.

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



$$Q_{req(VI)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VI} \cdot f_{a(VI)} \cdot f_d \cdot f_{h(VI)} \cdot f_{iv(VI)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VI)}) \cdot \frac{1}{K}$$

式中与交通流密切相关的参数为:

各车型的“设计交通量” $N_m$


(“Designed traffic volume”  $N_m$  of each vehicle model)

车型系数 $f_{m(VI)}$  (vehicle model coefficient  $f_{m(VI)}$ )

车密度系数 $f_d$  (longitudinal slope vehicle velocity coefficient  $f_{iv(VI)}$ )

纵坡—车速系数 $f_{iv(VI)}$  (vehicle intensity coefficient  $f_d$ )

烟雾设计浓度 $K$  (designed smog concentration  $K$ )




$$Q_{req(VI)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VI} \cdot f_{a(VI)} \cdot f_d \cdot f_{h(VI)} \cdot f_{iv(VI)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VI)}) \cdot \frac{1}{K}$$

表4 车密度系数 $f_d$  (Table 4 Vehicle intensity coefficient  $f_d$ )

工况车速 (m/s) Working conditions vehicle speed	80	70	60	40	30	20	10
$f_d$	0.75	0.85	1.0	1.5	2.0	3.0	6.0

基本计算思路:

- ① 单位小时交通量是一定的;
- ② 隧道内可能的车辆数以“车密度系数 $f_d$ ”的概念来定义,  $f_d$ 与车速 $v_i$ 成反比;
- ③ 其他参数根据不同计算车速(10~80)km/h, 按规范查表取值。

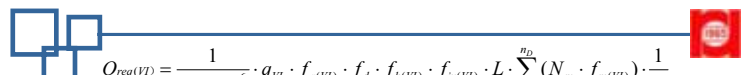


$$Q_{req(VI)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VI} \cdot f_{a(VI)} \cdot f_d \cdot f_{h(VI)} \cdot f_{iv(VI)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VI)}) \cdot \frac{1}{K}$$

**存在的问题:** 该计算方法对交通量、行车速度、隧道内可能车辆数的考虑不符合道路实际运营情况, 即:

In this calculating method, the assumption of traffic volume, driving speed and possible number of vehicles in tunnel does not conform the actual road operation situation.

- ① 以平均行车速度 $v_i=60$  km/h为标准定义 $f_d=1.0$ , 既不符合隧道的设计车速, 也不符合隧道的实际运营车速;
  - a. Define  $f_d=1.0$  with the average driving speed  $V_i=60$ km/h as standard does not conform the designed vehicle speed for tunnels or actual running vehicle velocities in tunnel;



$$Q_{req(VI)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VI} \cdot f_{a(VI)} \cdot f_d \cdot f_{h(VI)} \cdot f_{iv(VI)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VI)}) \cdot \frac{1}{K}$$

存在的问题:

- ② 随着隧道内交通状态变化, 由于车流的平均行驶速度不同, 在单位小时内通过同一断面的交通量是不一样的;
  - b. Considering in-tunnel traffic status change, different average driving speed of vehicles, the traffic volume passing the same section in unit hour is definitely different;
- ③ 该计算方法没有考虑“当预测交通量大于隧道的通过能力时, 如何进行需风量计算”。
  - c. This calculation method does not taken into consideration “how to calculate the air demand when the forecast traffic volume is higher than traffic capacity of the tunnel”.



《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)的“公路服务水平分级”理论就很好地将这些因素结合在一起统一考虑。

The “Highway service level ranking” theory in “Technical Standard of Highway Engineering” (JTG B01-2003) has better integrated these factors into consideration.

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



### 3.2 隧道交通通风力计算

(Tunnel traffic ventilation capacity calculation)

隧道通风系统压力计算可概括为

$$\Delta P_r + \Delta P_m + \Delta P_d = \Delta P_t + \Sigma \Delta P_w$$

通风阻力  $\Delta p_r$  (Ventilation resistance  $\Delta p_r$ )

自然风阻力  $\Delta p_m$  (Natural air resistance  $\Delta p_m$ )

交通通风力  $\Delta p_t$  (Traffic ventilation capacity  $\Delta p_t$ )

风道的沿程摩擦和局部摩擦形成的总阻力  $\Delta P_d$   
(Total resistance from friction resistance and local friction resistance along each specific air duct in tunnels  $\Delta P_d$ )

通风系统提供的机械总动力  $\Sigma \Delta P_w$

(Total mechanical power provided by tunnel ventilation system  $\Sigma \Delta P_w$ )



重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



### 3.2 隧道交通通风力计算

(Tunnel traffic ventilation capacity calculation)

交通通风力  $\Delta p_t$  (Traffic ventilation capacity  $\Delta p_t$ )

$$\Delta P_t = \frac{A_m}{A_r} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \frac{N_r \cdot L}{3600 \times V_r} (v_t - v_r)^2$$

交通量 (traffic volume)

交通组成 (traffic composition)

计算车速相关 (calculated vehicle speed)

洞内设计风速  $v_r$  由设计风量来确定 (the designed wind velocity  $V_r$  in tunnel is determined by design air volume)

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



### 4 基于公路服务水平分级的隧道通风计算方法

Tunnel ventilation calculation method based on highway service level ranking

基于公路服务水平分级的隧道通风计算方法:

按照《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)“公路服务水平分级”理论,根据工程可行性研究报告提出的预测(设计)交通量,结合工程所在地区的经济发展水平,综合判断隧道未来可能交通状态属于“公路服务水平等级”的级别,然后根据该级别的最大服务交通量、平均行车速度和预测(设计)交通量来计算隧道需风量,综合确定隧道设计风量,从而进行隧道通风系统计算和设计;其中最重要的是取消了“车密度系数  $f_d$ ”概念。

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



#### 4.1 隧道需风量计算 (Calculation of tunnel air demand)

$$Q_{req(VI)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VI} \cdot f_{a(VI)} \cdot f_{h(VI)} \cdot f_{iv(VI)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m' \cdot f_{m(VI)}) \cdot \frac{1}{K}$$

$N_m'$  ——按公路服务水平等级确定的最大服务交通量和预测(设计)交通量分解而来的各车型交通量(辆·混合车/h)

$N_m'$ —Traffic volume (unit:mixed models/h) of all models of vehicle obtained from max. service traffic volume determined by highway service level and predicted (designed) traffic volume.

规范中的公式:

$$Q_{req(VI)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VI} \cdot f_{a(VI)} \cdot f_d \cdot f_{h(VI)} \cdot f_{iv(VI)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m' \cdot f_{m(VI)}) \cdot \frac{1}{K}$$

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

$$Q_{req(VI)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VI} \cdot f_{a(VI)} \cdot f_{h(VI)} \cdot f_{iv(VI)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m' \cdot f_{m(VI)}) \cdot \frac{1}{K}$$

计算方法:

**第一步** 根据预测(设计)交通量、交通组成,结合工程所在地区的经济发展水平,综合判断近期、中、远期隧道可能的交通状态属于“公路服务水平等级”的级别;

**第二步** 查表1得到对应“服务水平等级”的最大服务交通量,根据交通组成,将最大服务交通量(pcu/h)和预测(设计)交通量换算成各车型的绝对交通量 $N_m'$ ,得到 $(\sum N_m' \cdot f_{m(VI)})$ ;

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

$$Q_{req(VI)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VI} \cdot f_{a(VI)} \cdot f_{h(VI)} \cdot f_{iv(VI)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m' \cdot f_{m(VI)}) \cdot \frac{1}{K}$$

计算方法:

**第三步**,根据对应的“服务水平等级”,查表1,得到交通流的“平均行车速度 $v_t$ ”,采用内查法,得到 $f_{iv(VI)}$ ;

**第四步**,根据工程实际情况和规范规定得到其他参数,计算“稀释烟雾的需风量 $Q_{req(VI)}$ ”以及其他相关需风量;

**第五步**,根据各需风量综合考虑“设计风量 $Q_r$ ”。

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

表1 高速公路服务水平分级

(Table 1 Highway service level ranking)

服务水平等级	密度 (pcu/km/ln)	设计速度 (km/h)								
		120			100			80		
		速度	V/C	最大服务交通量V (pcu/km/ln)	速度	V/C	最大服务交通量V (pcu/km/ln)	速度	V/C	最大服务交通量V (pcu/km/ln)
一级	≤7	≥109	0.34	750	≥92	0.31	650	≥74	0.25	500
二级	≤18	≥90	0.74	1600	≥79	0.67	1400	≥66	0.60	1200
三级	≤25	≥78	0.88	1950	≥71	0.86	1800	≥60	0.75	1500
四级	≤45	≥48	接近1.0	<2200	≥47	接近1.0	<2100	≥45	接近1.0	<2000
	>45	<48	>1.0	0~2200	<47	>1.0	0~2100	<45	>1.0	0~2000

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



$$\text{式 (1)} : Q_{req(VT)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VT} \cdot f_{a(VT)} \cdot f_d \cdot f_{h(VT)} \cdot f_{iv(VT)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VT)}) \cdot \frac{1}{K}$$

该计算方法与规范计算方法的区别：

① 式 (1) 是对不同计算平均车速均采用工可报告的设计（预测）交通量；式 (5) 是按照不同的道路设计车速，将不同服务水平等级的“最大服务交通量”与工可报告的预测（设计）交通量结合起来考虑，并按照不同服务等级对应不同计算平均车速计算；

$$\text{式 (5)} : Q_{req(VT)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VT} \cdot f_{a(VT)} \cdot f_{h(VT)} \cdot f_{iv(VT)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VT)}) \cdot \frac{1}{K}$$

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



$$\text{式 (1)} : Q_{req(VT)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VT} \cdot f_{a(VT)} \cdot f_d \cdot f_{h(VT)} \cdot f_{iv(VT)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VT)}) \cdot \frac{1}{K}$$

该计算方法与规范计算方法的区别：

② 式 (1) 是按照规范规定，计算平均行车速度从  $v_t = (10-80)$  km/h（取10的整数倍）共八个级别；式 (5) 是按照“公路服务水平分级”的概念，按照不同的道路设计车速，共分四个服务等级的计算平均车速；

$$\text{式 (5)} : Q_{req(VT)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VT} \cdot f_{a(VT)} \cdot f_{h(VT)} \cdot f_{iv(VT)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VT)}) \cdot \frac{1}{K}$$

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



$$\text{式 (1)} : Q_{req(VT)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VT} \cdot f_{a(VT)} \cdot f_d \cdot f_{h(VT)} \cdot f_{iv(VT)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VT)}) \cdot \frac{1}{K}$$

该计算方法与规范计算方法的区别：

③ 由于式 (1) 的交通量是固定的，当平均行车速度变化时，隧道内的交通量就对应等量成反比变化，因此存在“车密度系数  $f_d$ ”概念；而式 (5) 的交通量是随道路的服务水平等级变化而变化的，当平均车速变化时，其就对应着一个“最大服务交通量”，因此，不存在“车密度系数  $f_d$ ”概念。

$$\text{式 (5)} : Q_{req(VT)} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VT} \cdot f_{a(VT)} \cdot f_{h(VT)} \cdot f_{iv(VT)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_D} (N_m \cdot f_{m(VT)}) \cdot \frac{1}{K}$$

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



## 4.2 隧道交通通风力计算

(Tunnel traffic ventilation capacity calculation)

交通通风力  $\Delta p_t$  (Traffic ventilation capacity  $\Delta p_t$ )

$$\Delta P_t = \frac{A_m}{A_r} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \frac{N_r \cdot L}{3600 \times V_r} (v_r - v_t)^2$$

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

$$\Delta P_r = \frac{A_m}{A_r} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \frac{N_r \cdot L}{3600 \times V_r} (v_r - v_r)^2$$

**区别:**

① 第3.2节中的交通量 $N_r$ 是采用工可报告提出的设计(预测)交通量; 本节中的 $N_r$ 是将道路不同服务水平等级的“最大服务交通量”和工可报告的预测(设计)交通量综合考虑;

② 第3.2节中的平均计算车速 $v_r$ 是采用 $v_r=(10\sim 80)$  km/h(取10的整数倍)共八个级别; 本节中的平均计算车速 $v_r$ 是按照“公路服务水平分级”的概念,按照不同的道路设计车速,共分四个服务水平等级的计算平均车速。

**4.3 工程实例 (Project instances)**

**表5 隧道工程概况表 (Table 5 Tunnel project overview)**

项目	单位	右洞		左洞	
车道数/车道宽/隧道设计车速	个/m/(km/h)	3 / 3.75 / 80		3 / 3.75 / 80	
进/出口设计标高	m	-2.90 / -9.0		-2.76 / -9.47	
隧道净空断面面积/当量直径/长度	m <sup>2</sup> /m/m	97.94 / 10.10 / 5964		97.94 / 10.10 / 5956	
纵坡 (行车方向)		坡度	长度	坡度	长度
		$i_1=-2.8\%$	$L_1=1624\text{m}$	$i_1=+2.8\%$	$L_1=1640\text{m}$
		$i_2=-2.5\%$	$L_2=800\text{m}$	$i_2=+2.5\%$	$L_2=800\text{m}$
		$i_3=+0.549\%$	$L_3=1800\text{m}$	$i_3=-0.549\%$	$L_3=1800\text{m}$
		$i_4=+3.0\%$	$L_4=1000\text{m}$	$i_4=-3.0\%$	$L_4=1000\text{m}$
		$i_5=+2.5\%$	$L_5=450\text{m}$	$i_5=-2.5\%$	$L_5=450\text{m}$
		$i_6=+3.0\%$	$L_6=290\text{m}$	$i_6=-3.0\%$	$L_6=266\text{m}$

**4.3 工程实例 (Project instances)**

**表6 工程可行性研究报告提供的预测交通量表**

**(Table 6 Predicted traffic volume provided in project feasibility study report)**

年份		2010	2020	2030
日交通量	当量小客车 (pcu/d) / 绝对数 (veh/d)	37531 / 22757	64651 / 40546	94550 / 60721
高峰小时交通量	左洞/右洞绝对数 (veh/h)	956 / 1161	1662 / 2027	2339 / 2863

**4.3 工程实例 (Project instances)**

**表7 工程可行性研究报告提供的预测交通组成表 (绝对车型)**

**Table 7 Predicted traffic composition provided in project feasibility study report (absolute vehicle type)**

车型	汽油车						柴油车							
	小客	中客	大客	小货	中货	合计	中客	大客	小货	中货	大货	拖挂	集装	合计
2010	35.5%	9.5%	2.1%	9.5%	2.6%	59.2%	4.1%	5.0%	9.5%	6.0%	6.9%	1.4%	7.9%	40.8%
2020	41.4%	9.2%	2.2%	8.9%	2.0%	63.7%	4.0%	5.0%	8.9%	4.7%	5.6	1.1%	7.0%	36.3%
2030	46.1%	8.5%	2.1%	8.4%	1.7%	66.8%	3%	4.8%	8.4%	3.9%	4.8%	0.9%	6.7%	33.2%



### 4.3 工程实例 (Project instances)

表8 该隧道实际通行能力计算表 (绝对车型)

Table 8 Calculation of actual traffic capacity of this tunnel (absolute vehicle type)

服务水平等级	最大服务交通量V (pcu/h)	2010			实际通行能力 (veh/h)	2020			实际通行能力 (veh/h)	2030			实际通行能力 (veh/h)
		通行能力修正系数				通行能力修正系数				通行能力修正系数			
		f <sub>cw</sub>	f <sub>sw</sub>	f <sub>HV</sub>		f <sub>cw</sub>	f <sub>sw</sub>	f <sub>HV</sub>		f <sub>cw</sub>	f <sub>sw</sub>	f <sub>HV</sub>	
一级	1500	1	0.96	0.50	720	1	0.96	0.53	763	1	0.96	0.54	778
二级	3600	1	0.96	0.50	1728	1	0.96	0.53	1832	1	0.96	0.54	1866
三级	4500	1	0.96	0.50	2160	1	0.96	0.53	2290	1	0.96	0.54	2333
四级	6000	1	0.96	0.50	2880	1	0.96	0.53	3053	1	0.96	0.54	3110

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

### 4.3 工程实例 (Project instances)

表9 该隧道各设计目标年份可能的服务等级

Table 9 Possible service level of this tunnel in each design target years

服务水平等级	2010		2020		2030	
	实际通行能力 (veh/h)	隧道可能的交通量 (veh/h)	实际通行能力 (veh/h)	隧道可能的交通量 (veh/h)	实际通行能力 (veh/h)	隧道可能的交通量 (veh/h)
一级	720	左洞: 956 右洞: 1161	763	左洞: 1662 右洞: 2027	778	左洞: 2339 右洞: 2863
二级	1728		1832		1866	
三级	2160		2290		2333	
四级	2880		3053		3110	
通风设计等级	预测交通量完全满足二级服务水平隧道通行能力, 近期通风可按二级服务水平设计。		左洞预测交通量满足二级服务水平隧道通行能力, 右洞的接近三级; 中期左右洞通风可按三级或者四级服务水平设计。		左洞预测交通量基本接近三级服务水平隧道通行能力; 右洞的接近四级, 远期左右洞通风可按四级服务水平设计。	

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

### 4.3 工程实例 (Project instances)

表10 按规范计算方法的隧道需风量Q<sub>req(VI)</sub> 单位: m<sup>3</sup>/s

项目	左洞						右洞					
	30	40	50	60	70	80	30	40	50	60	70	80
计算车速	30	40	50	60	70	80	30	40	50	60	70	80
2010	368	369	488	406	487	585	428	422	548	457	539	653
2020	482	485	640	533	639	768	564	556	722	602	710	861
2030	539	541	714	595	713	<b>858</b>	633	623	809	675	796	<b>965</b>

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

### 4.3 工程实例 (Project instances)

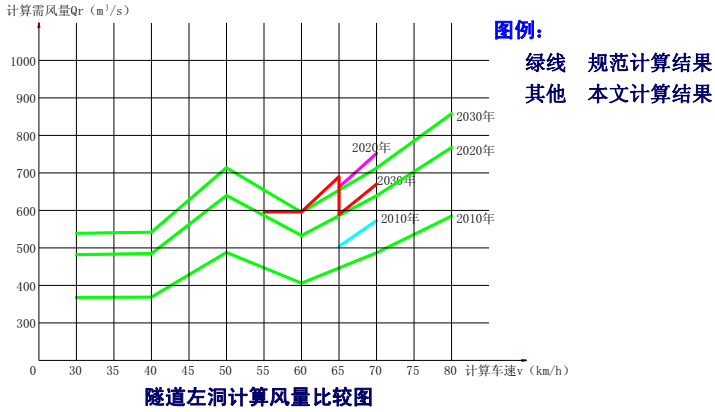
表11 基于公路服务水平分级计算方法的隧道需风量Q<sub>req(VI)</sub> 单位: m<sup>3</sup>/s

项目	左洞						右洞									
	二级		三级		四级		二级		三级		四级					
计算车速	70	65	65	60	55	50	45	40	70	65	65	60	55	50	45	40
2010	573	504	—	—	—	—	—	—	634	562	—	—	—	—	—	—
2020	<b>752</b>	662	—	—	—	—	—	—	<b>755</b>	669	691	602	602	—	—	—
2030	670	589	690	596	596	—	—	—	610	541	631	550	550	562	430	416

重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

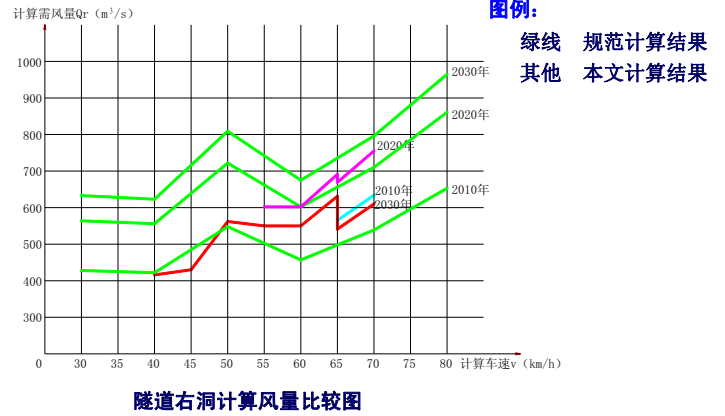
### 4.3 工程实例 (Project instances)



重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

### 4.3 工程实例 (Project instances)



重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 5 结束语 (Conclusions)

隧道计算需风量

tunnel calculated air demand

隧道通风方式

ventilation measures for tunnel



隧道通风摩擦阻力与风量的二次方成正比

the friction resistance in tunnel ventilation is in direct proportion with square of air volume

轴流风机的功率与风量的三次方成正比

the power of fan is in direct proportion with the cubic of air volume.



重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>

## 5 结束语 (Conclusions)

本文根据《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)“公路服务水平分级”概念提出对应的通风设计方法,还有待通过大量的工程计算和实际运营隧道的检测来验证其合理性。

This paper, has suggested corresponding ventilation design based on “Highway service level ranking” concept in “Technical Standard of Highway Engineering” (JTG B01-2003), its rationality is proven by large number of engineering calculation and tunnel operation practices.



重庆交通科研设计院

<http://www.ccrdi.com>



汇报至此，  
感谢各位！  
Thanks for your attention