#

# 隧道通风技术规格书

## 一.通则

## 1项目简介

本招标文件是渝湘复线高速巴水段隧道和水武段白云山隧道的风机采购工程所需的详细规格、条款、资料及有关文件。所采购的射流风机、轴流风机、低噪音柜式离心风机、温控轴流风机必须注明生产地，设备质量保证完全由设备提供商负责。

## 2供货范围

2.1主要包括渝湘复线高速巴水段隧道和水武段白云山隧道风机（射流风机、轴流风机、低噪音柜式离心风机、温控轴流风机及其安装附件）的设计、制造、工厂检验、包装、保险、运输、装卸、指导协助安装和调试、税费、备品备件、专用工具、技术资料、售后服务及技术支持、配合联调联试、配合试运行、配合试运营、并提供为达到安全、满意的运行所需的人员培训等相关服务。

2.2本招标文件仅提供所有大风机（射流风机、轴流风机、低噪音柜式离心风机、温控轴流风机）的主要技术要求，承包人应负责向发包人移交完整、优质、技术成熟的设备，并保证符合本技术规格书的要求。

2.3本次采购的相关设备数量见下表，设备明细参见附表（具体规格、数量以施工图为准）。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 材料名称 | 主要技术指标 | 数量 | 单项限价（元） | 备注 |
| 巴水段樵坪山隧道至东泉隧道 |  |  |  |  |
| 1 | 射流风机 | SDS11.2K-4P-30，详见图纸及技术要求 | 288套 | 15000 |  |
| 2 | 低噪音柜式离心风机(PF-01) | 全压/静压：424Pa/328Pa、风量：11700m/h 、转速：700rpm、电机功率4KW，详见图纸及技术要求。 | 2台 | 6992 |  |
| 3 | 电控防火进风口 | 1500×800mm(风口带高效过滤器)，详见图纸及技术要求。 | 2个 | 9280 |  |
| 4 | 单层百叶排风口 | 1250×800mm，详见图纸及技术要求。 | 2个 | 1260 |  |
| 5 | 单层百叶排风口 | 600×400mm，详见图纸及技术要求。 | 10个 | 680 |  |
| 6 | 电动防烟防火调节阀 | 1250x800mm(h)，详见图纸及技术要求 | 4套 | 1680 |  |
| 7 | 矩形风管 | 1000×400mm，详见图纸及技术要求。 | 20米 | 320 |  |
| 8 | 矩形风管 | 630×400mm，详见图纸及技术要求。 | 5米 | 160 |  |
| 9 | 矩形风管 | 630×320mm，详见图纸及技术要求。 | 16米 | 150 |  |
| 白云山隧道 |  |  |  |  |
| 10 | 隧道射流风机 | φ 1120, 30kff,风机噪声W66dB,双 侧带1D消声器，详见图纸及技术要求。 | 78台 | 15000 |  |
| 11 | 轴流风机 | φ2600, 1800m3/s, 185Pa, 500kw，详见图纸及技术要求。 | 3套 | 486000 |  |
| 12 | 电动组合风阀 | 3.5m×3.5m，耐压值不低于2000Pa, 漏风量<200m3/h/m2,耐高温250°C /2h，详见图纸及技术要求。 | 3套 | 22550 |  |
| 13 | 温控轴流风机 | P=560Pa, L=6650m3/h, N=l.5kW，详见图纸及技术要求。 | 6台 | 6500 |  |
| 14 | 70°C防火阀 | 800\*630mm,常开，70"C自动关闭，手动关闭，手动复位，详见图纸及技术要求。 | 6个 | 722 |  |
| 15 | 止回阀 | 630\*500mm，详见图纸及技术要求。 | 6个 | 462 |  |
| 16 | 消声器 | 800\*500\*1000，详见图纸及技术要求。 | 6个 | 600 |  |

2.4承包人根据工程经验，必须考虑工程量清单以外的本工程所需进行的工作，相关费用列入其他费，费用包干。

## 3专用工具

3.1承包人配备设备安装、维修和质保期服务所使用的专用配套工、器、具及维修测试仪器；

3.2承包人应为各类设备配备必须的随机专用工具，这些随机专用工具应放置在合适的工具箱内，每个工点一套，以满足项目业主今后使用和维护设备的需要，专用工具（含仪器仪表）移交时必须是包装完整的全新产品，不得用于安装。承包人将各类设备配备必须的随机专用工具价格清单单独列出，随机专用工具的价格已经包含在设备总价内。

3.3承包人应按照要求列出维修设备所需要的专用工具、仪器等设备清单。

3.4所有测试必需的附件、零配件、软件及中文操作维修手册应与检测设备一起提供。

3.5所有使用交流电的检测设备应能在技术要求的现场条件下正常工作。

3.6所有的备品备件、维修工具应与本系统设备、器材分开包装、标记。

3.7设备试运行前，应将仪器仪表、工具和相应的工具箱提交发包人。

3.8所有的随机专用工具及维修仪器应包括在投标价格中。发包人保留在总价范围内对维修仪器的型号、数量调整的权利。

## 4交货

4.1交货期

（1）所有用于工程的设备、材料、构配件进场前，承包人必须提前72小时向监理报验。

（2）各类设备材料进场前，发包人、业主、监理将对设备、材料/构配件、备品备件、专用工具（专用仪器）及文件、资料等进行检查、清点，履行相应开箱及到货检查手续，开箱检查供货商必须到场。

（3）一个检验批或若干个检验批的设备安装完毕，承包人应向监理提出工序报验的申请。安装检查由监理组织进行。检查完成后，进入下一道工序。

（4）设备样机在合同生效后履行样机验收程序合格后方可批量生产，批量生产设备前应提供设备生产计划，经各方确认后按计划生产、交付。批量生产设备交付时间间隔应均匀安排，不允许突击发运。应提交详细的交货时间表，供发包人确认。

4.2货物保管

未进行验收、移交的货物均交由承包人保护及管理。

4.3系统设备的交货

（1）承包人应根据批准的施工组织方案合理安排设备、材料的供货计划，向发包人提交满足工期要求的详细的供货时间表，并严格执行。整个项目的完成及交货时间必须满足本工程确定的工期计划要求。

（2）设备安装、调试完毕，自检合格，承包人应报请监理、发包人检查验收。报请发包人、监理检查验收时，在满足总工期的前提下，预留合理检查、整改所必须的时间。

（3）初步验收前，将由监理、发包人对本工程分部、分项工程验收合格，档案资料齐全，经各方确认后，方可进行初步验收程序。

（4）设备运行管理移交：在试运行完成达到移交条件后，移交发包人进行运行管理。

（5）设备系统移交在竣工验收之后进行。

4.4专用工具的交货

专用工具（含仪器仪表）移交时必须是包装完整的全新产品，在货到开箱检查、清点后，在试运营前移交。

4.5验交地点：发包人指定位于重庆市区内的固定地点，由承包人在设备发出前与发包人沟通确定。

### 5其他需说明的问题

该项工作包括对内（各分系统内）、对外（与其他合同承包人及工程监理方等）协调两方面工作内容。

承包人应按合同条款、技术规范及经批准的图纸及有关文件，进行各项准备工作，实施并完成与本合同段工程有关的一切设备施工和服务，以保证有效地完成本合同段工程合同的全部工作项目，提供本工程所需的全部高质量的工程。所有工作均应使工程监理方满意。

若承包人按照过去的工作及工程实践经验，发现某些为完成本项工程必须的配套设备、材料、工具和工作等，在本技术规范及相应的设备和材料清单中均未提到，则承包人应在本次招标商务文件所规定的期限之前，向招标人提请澄清。否则，这些配套设备、材料、工具和工作将被视为已包含在投标人的投标报价中。

投标人递交其有效投标文件的行为，应被视为已经对投标文件中所提供的设备和设施在生产上的连续性进行了合理的预期，并采取了必要的行动，以使一旦某种设备或材料在实际上不能提供时，能够提供在各项功能和性能上全面不低于原设备或材料的替代设备或材料。业主有权拒绝任何在功能和性能上低于原设备或材料的替代设备或材料，或者任何在费用上高于原设备的或材料的替代设备或材料。

投标人递交其有效投标文件的行为，应被视为已经对本技术规范进行了深入的理解，且充分领会了本技术规范中所提到的工程整体、分系统、设备、材料等所需满足的功能和性能要求，对可能的工程优化方案进行了合理的预期，并采取了必要的行动，以使其在中标后，能立即提出可行的、合理的优化方案。业主有权拒绝任何在功能和性能上低于原方案的替代方案，或者任何在费用上高于原方案的替代方案。

凡是在本工程中由机电合同段承包人采购的设备，如果部分满足系统功能的要求，承包人必须按招标文件要求负责整改，其报价均视为包含在本合同中。当本合同所有应为其他系统预留的接口等项目实施时，承包人应协调好与其他承包人的工作，负责完成这些工程项目。

本合同采购的所有设备均应符合合同条款、技术规范、合同内有关文件和有关标准规范的要求。各文件之间有不完全一致的内容时，应按本文件第二章第二条临时工程与设施的原则进行处理。

本工程承包人所提供的软件应为取得制造商授权许可的正版软件，且该软件的被授权许可人为本工程的业主。软件应为正式版，不得为试用版，软件的授权使用期限应为可无限期使用。这些软件为业主的财产。

本工程承包人选用的设备互相之间必须完全兼容。由于本工程承包人选择的设备不当引起的兼容性问题而造成的费用应视为已包含在本工程承包人的投标报价中。

### 6定义和术语

本规范中使用的工程名词术语均采用《公路工程技术标准》（JTG B01-2014），《公路工程名词术语》（JTJ002-87）等标准文件中所列明的词语及其定义。上述标准文件和合同条款未列明，在本技术规范使用并需要明确说明与定义的词语（术语），在本节中列明。

凡在本规范中使用的下列名词，其含义为：

施工图纸：由业主在合同文件中列出的，或在施工安装过程中由业主签署变更的，满足设计要求的总体图、标准图、构成图以及表格、资料和说明。

施工工艺图：由承包人提供并提交业主批准的施工工艺图表、装配图、细部安装图，其他补充图纸或此类资料。

技术说明：指一般技术说明及相关的专用技术说明。

提供：指设备的提供、安装和连接配套，以及准备对个别工程的安全常规操作。

设计：指本次招标的工程各系统、设备的安装设计、基础设计及临时工程的联合设计。

安装：指安装、装配和与有关辅助设备的连接。

供给：指购买、采购、获取和运送设备，及其配套的辅助设备。

本规范中所述单位分项分布工程均采用《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/2－2004）中所列明的定义。

本规范中参照的标准皆为国家标准局和各部委颁发的标准，本规范中使用的缩写词意义如下：

AC 交流电

AMCA 通风与空调协会（美国）

BS 英国标准

CPU 中央处理器

D.C 直流电

E&M 机械和电子

EIA 电子工业协会

FSD 消防部门（中国）

GBJ 中国工程建设标准

GB 中华人民共和国国家标准

IEC 国际电工委员会（瑞士日内瓦）

IEE 电气工程师协会（英国）

IEEE 电气和电子工程师协会（美国）

IPC 电子电路和电子互连行业协会（美国）

ISO 国际标准化组织

ITU 国际电信联盟

JB 中国机械工业委员会标准

JIS 日本标准研究所

MTBF 平均故障间隔时间

MTTR 平均故障修复时间

PVC 聚氯乙稀

PE 聚乙烯

UPS 不间断供电电源

YDJ 中华人民共和国原邮电部标准

### 7标准与规范

在工程实施中所采用的机电设备、材料和工艺均应符合本规范及本规范引用的标准和规范的相应要求。

工程的设计、制造、安装和开通应使用下列最新版本的标准和规程：

1. 中华人民共和国国家标准
2. 中华人民共和国行业标准（交通、通信、电子、机械、建设等）
3. 国际标准化组织标准
4. 国际电信联盟标准
5. 国际电工技术委员会标准

对于工程所采用的标准或规范的任何部分，当承包人认为改用其他标准或规范，能够保证工程达到更高质量要求时，承包人应在28天前报经业主审批后方可采用，但这种标准应不免除承包人根据合同规定的任何责任。

承包人应在合同协议签订28天内为业主和工程监理方提供一套本规范引用的所有标准与规范的中文版本。承包人应向有关机构获取本技术规范引用的标准规程。

当适用于工程的几种标准与规范出现意义不明或不一致时，应由工程监理方作出解释和校正，并就此向承包人发出指令。除非本规范另有规定，各标准和规范应按以下顺序优先考虑：

1. 中国国家标准和有关部门的标准和规范中强制性条文
2. 合同文件
3. 本技术规范
4. 中国国家标准与有关部门的标准和规范
5. 国际标准
6. 其他国家官方、团体或协会颁布的标准和规范
7. 供货商技术要求

### 8 工程技术条件

此处所规定的技术条件为通用条件。若本技术规范其他章节中对设备或系统的技术条件进行了更为严格的专门规定，则相应的专门规定的技术条件应得到满足，否则本技术条件的规定应得到执行。

### 8.1电源

在各站点机房内均装有配电盘，提供的交流电源为三相380V+10％、380V-15％，其频率为50Hz±5％，线电压波形畸变率不能大于10％。计算机网络、特别重要设备采用UPS集中供电。承包人提供的任何需要交流供电的设备应在实时电源条件下满意地工作。

承包人应详述当电源发生故障时所需的保护措施以及各项设备的功耗。

### 8.2接地

承包人应向业主提供本工程各机电设施设备的最佳接地方案。

承包人应同时提供各种设备的最大允许接地电阻值、接地系统要求以及接地装置电阻值及引线电阻值的计算方法。

### 8.3机械结构及工艺要求

设备应具有可维护性，所有的机架应便于从前面或后面进行维护。

设备在预防意外撞击部件、可接触到布线的部位和危险电压的部件必须提供罩盖，对高压等危险部件应有特殊标志。

印刷电路板、插入式模块和类似装置应有锁定连接器或附属物，以保证这些单元不会由于设备中的振动和操作力作用而脱开。

显示器、键盘和电缆孔的开口应封闭，机箱进线孔和键盘键孔应安装衬垫，以保证在电缆扭动和更换按键时不影响设备封闭性能。

每根电缆都应提供插头，插头应坚固、用螺丝固定。连接点要在设备机箱内，在无需移动任何设备、电线或涉及电子设备的条件下，应能在设备内连接和断开电缆。

应在接线板、接线器、插头和其它终端点上或旁边用型板喷刷或其它印刷方式做永久识别标志。设备中所有具有识别标志和说明的终端点、接线器和其它电路点在所有示意图、布线图、原理图以及设备和系统的其它文件中都应有相同的识别标志。

### 8.4硬件要求

承包人提供的设备应采用模块式的硬件结构。

相同设备的线路板可以互换。

### 8.5系统出错处理

当系统出现故障时应有声音提示，故障或错误信息应显示在屏幕上的操作提示区域状态显示区。同时承包人提供的故障诊断及排除手册中应提供故障诊断及排除的手段。

当系统或某一设备出现故障时，应提供降效处理措施，如：在故障没有排除时，应提供应急处理办法，以及系统恢复后对发生故障期间特殊处理的记录。

### 9图纸

1. 发包人提供的图纸中的工程数量表内数值，仅供施工作业时参考，并不代表承包人实际完成的工程数量。

2. 承包人施工时应核对图中标注的构造物尺寸和高程。发现错误时，应立即和监理人联系，按照监理人批准的尺寸及高程实施。

3. 合同授予后，监理人(发包人)可提供进一步的详细图纸或补充图纸，供完成施工工艺图参考。但这并不免除承包人完成施工工艺图和对施工质量负责的任何义务。承包人应向监理人提出图纸使用计划，以保证施工进度不被延误。

### 10工程变更

工程实施过程中的工程变更应按照合同条款的相关规定执行。

### 11税金和保险

1. 承包人应根据中华人民共和国税法的规定和地方政府的规定缴纳有关税费。

2. 在施工期及缺陷责任期内，承包人应按照合同条款要求办理保险，包括建筑工程一切险和第三者责任保险。

3. 承包人应按照合同条款要求为其履行合同所雇用的全部人员缴纳工伤保险费，在整个施工期间为其现场机构雇用的全部人员投保人身意外伤害险并为其施工设备办理保险。

## 二、总体要求

## 1工程管理

具体条款见《公路工程标准施工招标文件 第七章 技术规范》（中华人民共和国交通运输部）（2018年版）第100章第102节 工程管理。

## 2临时工程与设施

具体条款见《公路工程标准施工招标文件 第七章 技术规范》（中华人民共和国交通运输部）（2018年版）第100章第103节 临时工程与设施。本项目临时工程与设施不单独计量，所发生的工作内容及报价视为包含在报价中，不单独计量和支付。

## 3标准化工地建设

具体条款见《公路工程标准施工招标文件 第七章 技术规范》（中华人民共和国交通运输部）（2018年版）第100章第104节 承包人驻地建设。

## 4设备铭牌和标记

4.1设备必须（至少）按照国家有关标准，设置有关的各种永久性的不易腐蚀的标牌，标签和标记。

4.2设备铭牌、标签和标记上的中文按照生产厂家的惯例书写。

## 5质量保证

5.1承包人应有完善的合同设备的制造、运输、仓储、安装、试验、试运行和质保期服务全过程等（包括原材料选用和外购件选用）质量保证体系。

5.2在合同执行期，发包人、业主、监理可随时检查质保体系中的任一环节。

5.3承包人应对合同设备制造、运输、仓储和安装、试验、试运行、质保期等全过程，制订详细的质量保证计划，作为附件，纳入投标书。

5.4对使用寿命有要求的零部件，在正常使用维护条件下，应保证寿命符合要求。对明显不符合寿命要求的零部件，承包人应无条件更换或负进一步责任。

5.5所有设备零部件应采用统一标准、且具有良好的互换性，如设备到达施工现场开箱发现同一型号通用型零部件不具有互换性，发包人和监理不予接受，承包人应无条件更换，所造成的经济损失由承包人自行负责。

5.6承包人应按照投标设备产品型号技术规格内容提供产品，如现场到货后，发包人或监理发现与产品规格不符、零部件产品质量不符合要求和标准性不符合要求，发包人和监理有权要求承包人无条件更换，并不予接受；产品零部件或整机在质保期范围内出现统一性缺陷而无法处理则承包人应无条件实行召回处理。

5.7承包人应保证主要部件符合技术要求，在任何时候，发包人、业主、监理发现产地、规格、型号、技术参数等不符合技术要求，承包人应无偿更换或负进一步责任。

5.8承包人负责提供本工程施工所必需的施工机具和相应的施工技术支持。

5.9 设备合格证明：承包人应负责从中国相关行业主管部门确认的有关机构获得他提供的设备所需的审批、检测报告、许可证和类似的材料。为获得这些审批、许可证书等材料所需的测试费用已包括在合同总费用中。由于没有所需的证书和审批而延误工期或增加费用由承包人负责。

提供的设备和系统必须经中国有关机构进行型号审批。以前未经过型号审批的设备和系统，将全部进行型号审批所需的测试。测试工作应委托国家批准的独立测试机构。没有经过中国有关机构检测并确认合格的设备，业主有权拒绝使用。

所有专利产品应经业主审批。由于承包人未能提交详细的审批材料而造成工期延误由承包人自己负责。承包人应保证了解专利产品生产厂家对设备运输、贮存、安装、测试、试运转和运行操作方面的建议和要求。

承包人所提供的设备和系统应提交符合本项目第三章环境条件下的环境测试合格证书。所有环境条件测试应由国家批准的独立测试机构负责完成。

## 6工地安全和环境保护

### 6.1工地安全的一般要求

承包人除应遵守《公路工程施工安全技术规程》（JTJ076）的有关规定外，还应遵守有关指导安全、消防、健康与环境卫生等方面的法规和规范，并应提供相应的安全装置、设备与保护器材及采取其他有效措施，以保护现场施工和监理人员的生命、健康及安全。

承包人除采取相应措施满足合同条款的要求外，还应派代表参加工程安全委员会（由工程监理方或他的代表领导）。承包人在进驻工地前30天将提出驻地安全委员会中的人员姓名和资历供工程监理方审批。该委员会由其他承包人代表、主要分包人代表、有关政府部门官员、雇员、专家和工程监理方选派的工作人员组成。对于该委员会提出的安全、防止污染、卫生、健康等方面的决定或建议，承包人应立即执行，不得有任何延误。

承包人、分包人及其雇用的施工人员必须严格遵守适用于本工程的安全法律和法规，工程监理方有权要求承包人解雇那些不遵守安全法规的工作人员。未得到工程监理方事先的同意，这些施工人员不得被再次雇用到现场工作。

### 6.2一般安全措施

在施工安装期间，承包人应按照合同要求尽早提供和使用进入工地的平台、通道等设施，如果不能及时提供，承包人应提供临时设施。

承包人应将详细的安全法规和紧急处理程序提交安全委员会审批。

承包人应将批准的安全法规和紧急处理程序分发给各工作现场。安全法规和紧急处理程序将用中文编写。承包人应根据安全委员会的要求修改安全法规和紧急处理程序的要求。

### 6.3消防规程和安全措施

承包人应严格遵守本规范和工程监理方规定的消防规程和其他要求。在有潜在危险的地方将放置便携式灭火装置。

当施工现场发生紧急情况时，假定消防部门已对现场进行控制，承包人的一切工作均服从消防部门指挥，直到消防部门解除紧急状态为止。

如果工程监理方认为使用的裸露照明装置可能引起为火灾，承包人则应按工程监理方的要求增加预防措施和灭火设备。承包人对本条的响应并不解除承包人对合同所承担的责任。

### 6.4急救与医疗设备

承包人应在各方面对他的工作人员和工人的安全负责，并向工程监理方及其工作人员提供必要的急救设备。

在工程实施过程中承包人应雇用1名有资格的技术助理作为专职急救人员。他的任务包括传授健康保护、事故防护的方法，检查所有安全规则与条例的执行情况。

承包人应向急救人员提供药品储备和医疗设备。药品储备和医疗设备的规模、质量与标准将由工程监理方认可。承包人应保持这些药品储备和医疗设备充足，并处于良好状态。

依据本条款所发生的全部费用由承包人承担，承包人不再另外要求此项的费用。

### 6.5安全员

在本工程施工期间，承包人应在现场常设一名专职安全员，该安全员应经过培训，具有担任安全工作的资格，且熟悉所施工的工作类型。其工作任务，包括制定健康保护与事故预防措施和个人检查，查看所有安全规则与条例的实施情况。驻地管理人员一律配证上岗，配证内容有姓名、职务和本人相片，安全员的配证为红色以示醒目

### 6.6安全标志

承包人应在本工程现场周围配备、架立并维修必要的标志牌，以为其雇员和公众提供安全和方便。

标志牌应包括：

警告与危险标志；

安全与控制标志。

所有标志牌的尺寸、颜色、文字和架设地点，均应经工程监理方认可。

### 6.7事故报告

无论何时，一旦发生危害工程安全、工程进度、工程质量和有关工作人员或工人发生死亡和严重伤害的事故时，承包人除采取必要的抢救措施以外，必须立即暂停此项目和与之有关的项目的施工。

质量事故发生后，承包人必须以最快的方式，将事故的简要情况报工程监理方。在工程监理方初步确定安全、质量事故的类别性质后，按下述要求进行报告：

质量问题：承包人应在2天内书面上报工程监理方和业主；

一般质量事故：承包人应在3天内书面上报工程监理方和业主；

重大质量事故：承包人必须在2小时内速报工程监理方和业主。

对于人员伤亡事故，承包人应立即向工程监理方报告所有有关工作人员或工人发生死亡和严重伤害的事故。

工程监理方视察了事故现场后立即上报并提出处理意见，承包人应按照工程监理方批示消除事故产生的危害和影响，并查明事故原因。在查明事故原因以后的7天之内向工程监理方提交一份事故报告和阶段性开工报告，内容包括人员的伤亡情况、时间损失、处理结果以及工程监理方所要求的详细资料等。若事故原因迟迟未能查明，工程监理方可以不批准开工，直至事故原因查明并采取补救措施为止。上述事故的责任和费用按合同条款处理。

### 6.8危险品和辐射

承包人应按照危险品运输和贮存安全条例的要求确保所有易燃气体、油料、易爆物或其它危险品的安全运输和贮存。

没有工程监理方的批准，承包人不能进行涉及电离或静电辐射的操作，承包人应确保所有工作人员和社会公众免受这些辐射的影响。每一辐射区应用标志和隔离护栏给予警告，以引起附近人们的注意。

### 6.9其它

除合同另有规定外，承包人因采取安全保护措施和处理事故等发生的费用已包括在合同价内，不再另行计量支付。

### 6.10环境保护

承包人在工程施工中，应严格遵守国家环境保护部门的有关规定。承包人有责任采取有效措施以预防和消除因施工造成的环境污染，对工程范围以外的土地及植被应注意保护，并应保护业主避免由于污染而承担的索赔或罚款。

承包人的生产、生活设施应符合环保要求，并接受当地政府及有关部门的监督。

承包人应在施工期间加强环保意识，保持工地清洁、控制尘土、杜绝漏洒材料。

承包人应通过有效的技术手段和管理措施将施工噪音控制到最低程度。当施工工地距居民住宅距离小于150米时，承包人不得在夜间安排噪声很大（55dB以上）的机械施工。

承包人应及时处理施工及生活中产生的废弃物，运至工程监理方及当地环保部门同意的指定地点弃置，应注意避免阻塞河流和污染水源。如无法及时处理或运走，则必须设法防止散失。

承包人应将施工及生活中产生的污水或废水，集中处理，经检验符合《污水综合排放标准（GB8978）规定，才能排放到河流或沟溪中。承包人不得将含有污染物质或可见悬浮物质的污水直接排入河流、水域或灌溉系统中。

承包人在施工过程中，由于排污、噪声、材料漏失等对周围居民和环境造成的损失应自行负责。

## 7 测试与检验

### 7.1测试与检验的标准

若无特殊要求，《公路工程质量检验评定标准》（JTG 2182-2020）及该标准所提到的应遵照执行的相关标准适用于本工程所有设备、材料和系统的测试与检验。

只有在本工程招标文件对部分设备、材料或系统提出了比《公路工程质量检验评定标准》（JTG 2182-2020）所规定的指标和流程更为严格或详细的指标和测试与检验要求时，或者承包商所提交的设备、材料或系统样本注明了比《公路工程质量检验评定标准》（JTG 2182-2020）所规定的指标和流程更为严格或详细的指标和测试与检验要求时，这些更为严格或详细的指标和测试与检验要求才必须作为相应设备、材料或系统的测试与检验标准。否则，《公路工程质量检验评定标准》（JTG 2182-2020）应作为相应设备、材料或系统的测试与检验标准。

### 7.2测试与检验范围

在本工程实施过程中，可能实施的测试与检验包括：

* 1. 工厂测试与监造
	2. 现场检查和测试
	3. 完工测试与验收
	4. 试运行
	5. 交工测试与验收

按本规范要求制造的非标主要设备可进行工厂监造和在出厂前进行工厂测试。工厂测试包括常规检测与工厂验收测试。通过标准化流程生产、制造的，并经中国行业主管部门授权机构进行型号认证的设备，一般不要求进行工厂测试与监造（本合同另有规定的除外），承包人在交货时应提供出厂检验合格证供业主和工程监理方审查和批准。工程监理方认为不合格的设备，承包人应委托经中国行业主管部门授权的机构进行测试，测试结果将作为业主接受或拒收这批型号设备的依据。测试所发生的费用由承包人承担。

本工程中的所有设备和材料均须通过现场检查与测试。

本工程中的所有设备、材料和系统的软硬件均属于完工测试与验收、试运行、交工测试与验收的测试与检验范围。

### 7.3测试与检测项目

如本技术规范没有特殊的进一步要求，此处关于测试与检测项目的规定适用于本工程的所有测试与检验项目。

本工程中可能涉及的测试与检验项目包括（但不限于）：

直观检验：检验内容包括（但不限于）设备与材料的尺寸；设备与材料的外观；包装方法；配套支付的组件和附件。

单项材料和设备功能与性能检验：检验内容包括（但不限于）本技术规范所要求的所有功能和性能参数、《公路工程质量检验评定标准》（JTG 2182-2020）所要求的所有功能和性能参数、业主和监理工程师所要求设备样本上列明的其他功能和性能参数，其中包括高低温测试、防风雨测试、振动测试、电磁兼容性测试、耐久测试。其中电磁兼容性测试应按照《GBT17618-1998信息技术设备抗扰度限值和测量方法》和《GB17743-1999电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》的相关规定进行。对带有智能通信接口的设备，还需测试其接口的通信功能。

材料和设备安装检验：检验内容包括（但不限于）材料和设备的安装位置是否正确，配件数量、型号规格是否符合要求，安装尺寸是否符合设计要求，安装基础的尺寸和配件是否与设计图纸相符，隐蔽工程验收记录是否齐全。

分系统功能测试具体应根据《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG 2182-2020）的规定和业主及监理的要求实施。

工程总体功能与性能测试：首先对各分系统完成至少连续48h的模拟测试，在各分系统均通过模拟测试后，进行整个系统的连续不间断的模拟测试，时间为7天。测试项目应包括与重庆高速公路联网收费系统的联网测试，具体的测试项目与内容应参照分系统功能与性能测试的要求。

最终的分系统功能与性能测试与检验项目和具体内同应以业主和监理的要求为准。

具体的测试项目与内容应参照分系统功能与性能测试的要求。

在工厂测试与监造过程中，应进行直观检验、单项材料和设备功能与性能检验。

在现场检查与测试过程中，应进行直观检验、单项材料和设备功能与性能检验。

在完工测试过程中，应进行直观检验、单项材料和设备功能与性能检验、分系统功能与性能测试。

在交工测试过程中，应进行直观检验、单项材料和设备功能与性能检验、分系统功能与性能测试、工程总体功能与性能测试。

### 7.4测试与检验的方法和工具

如本技术规范没有特殊的更为严格的要求，本工程中的所有测试与检验工作采用《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG F80/2-2020）中所规定的测试与检验方法和工具。

### 7.5工厂监造与检验

1）测试范围

通过标准化流程生产、制造的，并经中国行业主管部门授权机构进行型号认证的设备，一般不要求进行工厂测试与监造（本合同另有规定的除外），承包人在交货时应提供出厂检验合格证供业主和工程监理方审查和批准。工程监理方认为不合格的设备，承包人应委托经中国行业主管部门授权的机构进行测试，测试结果将作为业主接受或拒收这批型号设备的依据。测试所发生的费用由承包人承担。

2）测试内容

按本规范要求制造的非标主要设备可进行工厂监造和在出厂前进行工厂测试。工厂测试包括常规检测与工厂验收测试。

3）常规检测的总要求

设备或组件的每个主要项目的试验范围，将与有关标准试验程序一致。特殊的技术说明或试验程序由承包人提出并经工程监理方批准。

如有必要，业主和工程监理方（以下简称检验员）将亲自进行例行试验，其职责包括但不限于以下内容：

检验、校验用于试验的设备和仪器；

确定试验的设备和仪器的装置与指定的标准或试验程序一致；

读数记录和整理试验结果；

签署承包人提供的例行试验证书；

在例行试验期间应进行观察，只要发现反常现象应立即报告。

4）日常检测安排

在工厂制造期间，检验员可随时根据需要检验提供的材料、产品部件。

检验员还将在承包人的工厂，检验其建立的质量管理体系，并确认体系的适应性和健全性。同时，检验员将检查工具、设备规格、测量仪器等类似的装置，以证明其适应性满足预期的目的，并在生产线上进行规定的检查或校准，以保证其精确度。

在设备装运前，检验工作将包括但不限于以下的直观检验：

设备的尺寸；

设备与材料的外观；

包装方法；

配套支付的组件和附件。

5）工厂验收测试

检测内容包括（但不限于此）：

单项设备、分系统及系统的功能测试，主要测试单项设备、分系统及系统在功能方面是否满足技术规范的要求。

设备的常规测试，主要完成设备在出厂前应进行的高低温测试、防风雨测试、振动测试、耐久测试等。如本技术规范中列出的环境条件及设备工作条件超出了常规要求，应按照技术规范中的要求进行特殊测试。

分系统及系统模拟运行测试。首先对各分系统完成至少连续48h的模拟测试，在各分系统均通过模拟测试后，进行整个系统的连续不间断的模拟测试，时间为7天。

6）工厂验收测试的流程

业主及其代表将参加设备的工厂测试，承包人应尽可能把有关测试安排在一起。承包人应将设备及系统测试的内容及时间依据时间表在工程进度计划中详细列出，并在正式测试前28天，再进行确认，以便业主安排日程。

承包人应提交一份详细的试验清单，并说明各项试验所采用的方法和所需的时间。估算的试验时间在任何情况下，应满足承包人为完成规定的和证明系统具有良好的工作性能而必须进行的各项试验。

各项试验的安排与试验方法都应根据上述要求提交详细说明，并按工程监理方批准的对装置的最终要求进行准备。未经工程监理方事先批准，不允许擅自背离。

业主和工程监理方将派代表到承包人的设备制造工厂进行监造并参加设备的出厂检测。

承包人应负责承担各项试验的记录。试验完毕后7天内，承包人应提交2份正式的试验证明及图表，并经工程监理方批准。如果工程监理方有要求，承包人还应将检验员没有亲自参加试验的一份试验记录原稿提供给工程监理方，当工程监理方接到试验报告并认为满意时，该项装置即被认为试验合格，并通知承包人该项装置准予装运。

如果在某项试验中发现故障，承包人应对工程监理方详细地解释故障的性质，基于这种情况，工程监理方将作出决断。试验期间发现故障，但又不影响系统的正常操作，则在试验继续和完成以前无须加以排除。如果不是小故障，工程监理方将决定那种试验或试验的那部分必须重新进行。

工程监理方将以书面方式把发现的小故障（在装运前都必须予以排除）通知承包人。如果工程监理方确认设备与合同不一致，将拒绝验收设备。在7天内，工程监理方用信函把情况告知承包人，并要求承包人说明理由。

某项试验或试验的某一部分重新进行所花费的时间不考虑在试验时间之内，重新试验所花费的所有费用均由承包人承担。

业主或其代表将参加设备的工厂监造和验收测试。投标人将人周数在清单中报列单价，总价以暂定金计列，业主按实际发生的费用支付。只有当全部工厂测试令人满意地完成并得到业主的批准后，设备才能交付运输。

工程监理方对设备进行检验后认为合格，并不能推卸承包人按合同完成所有工程的责任，也不能解脱合同规定的任何义务。

除非经过工程监理方批准，承包人提供的所有设备都应按照工程监理方的要求并在工程监理方代表的参加下进行出厂检测。如果某些设备不是由承包人自己提供的，承包人应提前妥善安排以保证出厂检测的顺利进行，只有在出厂检测全部完成并经过工程监理方代表认可后，设备才能交付运输。

7）检测计划

在承包人提交的工厂进度表中，应列出出厂检测的内容及时间安排，在工程监理方代表到达测试地点前15天承包人应向工程监理方提交详细的检测计划，该计划至少应包括：

各项测试的具体内容；

时间安排；

测试方法、指标及相关规程。

工程监理方可根据需要对检测计划进行补充和修改，只有该计划得到工程监理方批准后，出厂检测才能正式开始。

8）出厂检测的费用

承包人将承担工厂测试发生的所有费用以及业主和监理工程师的往返机票、住宿费用（住宿标准不低于三星级宾馆）、出差津贴、交通费及健康保险。

### 7.6设备安装前的现场检查和测试的流程

每批由本工程承包人采购（或制造）的货物运抵现场后，承包人应在7日内向工程监理方提交验货申请，验货申请应至少包括货物运抵时间、存放地点、检验类别（即对货物那些方面检验）、检验条件（包括检验工具等），承包人负责人等，并把合同供货清单，本批货物的装箱单作为附件。

工程监理方接到承包人申请后，将对货物进行检验，在检验现场，承包人要提供检验工作所需的劳力和检查测试过程中所需的工具。对进口设备，承包人应提交清单等有关材料，此材料作为进口货物为业主接收的依据之一。检验报告的肯定结果并不免除承包人承担货物存在隐含缺陷的责任。对国产设备，如检验与合同要求相符，将以此为依据出具货物收到函，此货物收到函作为国内到货支付的依据之一。货物收到函的签发并不免除承包人照管货物的义务，也不免除承包人承担货物存在隐含缺陷的责任。如果经检验货物与合同要求不符，工程监理方将以检验报告为依据，向承包人发出处理通知。承包人应采取积极行动调换与合同要求相符货物或取得足够证明文件，说明该货物满足合同要求。

对于在运输途中或在工地上受损的产品，工程监理方应予以拒绝或要求承包人予以更换，业主不负担因此而带来的额外费用，也不考虑因此而延长的工期。

按本合同要求安装的设备产品，承包人在现场交货并检查时要有工程监理方的代表在场。设备开箱后，承包人应在工程监理方的监督下对业主选定的设备进行通电测试和（或）功能测试，以发现并排除运输过程中造成的损坏。任何未经检查的设备均不可安装，任何运输过程中造成的损坏均由承包人负责。

对于由其他承包人（或独立供货商）提供，但由本工程承包人负责安装的设备和材料，工程监理方应将采购（或制造）计划提前通知承包人。当其运抵现场后，在现场检验开始之前，工程监理方应书面通知本工程承包人。本工程承包人在接到书面通知后，可以对设备和材料的检测提出建议，并参与现场测试的进行。当现场测试结束之后，本工程承包人如果对设备和材料的质量和数量没有异议，或其提出的异议得不到有效力的证明，则视为本工程承包人已同意对该设备或材料进行接收，并对该项设备或材料此后可能出现的数量和质量上的偏差承担连带责任。

承包人应尽可能把有关测试安排在一起。承包人应将设备及系统测试的内容及时间依据时间表在工程进度计划中详细列出，并在正式测试前28天，再进行确认，以便业主安排日程。

## 8隐蔽工程的施工和验收

包括（但不限于）设备安装基础、管道等在内的隐蔽工程施工时，承包人应提前2天向项目经理部提出申请，在获得项目经理部和工程监理方的同意后方可施工。未获得工程监理方同意或无合格监理工程师旁站监督的隐蔽工程将被视为无效工程，承包人有义务无偿对该工程进行整改直至合格为止，由此引起的所有费用由承包人承担。若因隐蔽工程不合格造成任何不利后果，业主有权追究承包人的责任。

隐蔽工程完工后，承包人可申请对该项工程进行验收，验收由业主和工程监理方组织进行，验收合格后，工程监理方将签发隐蔽工程合格证书。

## 9资料提供

### 9.1质量程序文件

承包商管理部门对质量的政策、 目的和保证应有明确定义并制订文件。承包商应保证该政策在各级组织范围内已经理解、贯彻和执行。承包商应建立和贯彻以明文规定了的质量保证体系，作为保证产品符合技术要求的一种手段。承包商应介绍现行有效的成文的质量保证体系。

### 9.2 概述

（1）承包人向发包人提供的图纸、手册和技术文件应充分、广泛和详细地说明系统及其部件的性能、原理、结构和尺寸以及部件的型号、规格和技术参数等，使发包人能够实现对设备的操作、检查、修理、试验、调整和维护。

（2）有关的设计图纸及软件应无偿提供，承包人不应以产品的保密拒绝提供这些文件，但发包人承诺为承包人保密。

（3）在进行工程任一部分前，承包人应向发包人提交有关的图纸、技术规格、设计标准、分析报告、计算书和规定的所有其他文件，以进行确认。提交的文件应在发包人确认后才可开始使用。

（4）正式提交的图纸、说明和设计应具有承包人授权代表审核签字，证明提交的资料是用于本工程且正确无误。

（5）承包人应对所提供的全部文件的正确性、完备性和及时性负完全责任。

（6）承包人提交的文件和图纸均应符合中国的制图标准。所有文件都应表示出项目名称、承包人名称、发包人名称、日期和版本索引，标题、序号和比例。

（7）承包人提供的图纸、手册和技术文件，产品在国内生产的，应使用中文；产品由国外设备商在国外生产的，应使用中文和英文。

（8）发包人为了搞清设备与其他系统的接口，所需要的有关设备的技术资料，当需要和要求时，承包人应予提供。

（9）图纸、手册和技术文件在设备设计和制造过程中有更新时，承包人应及时向发包人提供最新的更新部分。

（10）手册和技术文件应采用活页式。承包人应保证所有的图纸、手册和技术文件的格式与发包人的要求相一致。

### 9.3图纸、手册和技术文件

9.3.1概述

承包商向发包人提供的图纸、手册和技术文件应齐全、全面详细地说明系统及其部件的性能、原理、结构和尺寸以及部件的型号、规格和技术参数，使发包人能够实现对设备的操作、检查、修理、试验、调整和维护。有关的设计图纸及软件应无偿提供，承包商不应以产品的保密拒绝提供这些文件，但发包人承诺为承包人保密。

承包商应对所提供的全部文件、图纸等资料的正确性、 完备性和及时性负完全责任，发包人对此的批准并不能减少或解除承包商对于该图正确性所负的责任。

对频繁使用的参考资料，承包商应提供副本供发包人使用。

发包人有权在认为文件、图纸和资料等数量不能满足维修需要时，向承包商要求增加必要的图纸。

承包商提交的文件和图纸均应符合中国的制图标准。所有技术文件、图纸都宜使用中文，字迹清楚，内容完整，采用国际单位制（SI）单位、中国国家标准通用图形和符号。

电子文件应用 Microsoft office 2003 for windows（或以上版本）的形式提交。图形、电路图和机械图等还应提供合适软件平台，如 Autocad 2004 for windows（以上版本）等。所有文件都应提交 2 套电子文件（光盘）。

发包人为了搞清设备与其他系统的接口，所需要的有关设备的技术资料，当需要和要求时，承包商应予提供。

图纸、手册和技术文件、相关标准等在设备设计和制造过程中有更新时，承包商应及时向发包人提供最新的更新部分。

9.3.2图纸

承包商应提供设备安装资料、设计所需的图纸和技术说明，并详细说明与各相关系统的接口标准。 配合完成设备的安装设计。

提供图纸的要求：

（1）为本项目下动力照明系统设备设计、生产的产品，应提供全部的图纸。

（2）对所有电子设备，应提供电路板的原理方块图、电路图、元件布置图和明细表等。资料应能满足业主测试，查找到电路板上故障点，可以相应规格的元件更换的要求。

（3）电路图和元件布置图上的元件应做出一致的标注，明细表上应写明元件的规格编号，保证业主可按此规格编号向承包人或从市场上采购到相同的元件。

（4）如果一张图纸的功能己在另一张图纸中完全实现，可不再单独提供。

（5）发包人应把图纸和计算的其中 l 份加盖批准或加注批准后返回给承包商。在后者情形中，图纸上应有标记，说明承包商或发包人为使其符合合同而要求做的修改。

承包商应修改后重新提交 5 份需要确认的图纸和计算，直到获得批准。

承包商正式提交的图纸和设计文件应有相应的证明（承包商法人签字），以表明在此所示的资料已经过承包商审核并对本工程的使用是正确的。仅供参考的图纸必须明确注明，不需批准。

承包商的图纸应提供给有权使用该图纸的发包人，而发包人只将其用于本工程的完成、操作、维护、调整和维修。

9.3.3技术文件

在开始本项目各项工作之前，承包商应向发包人提交详细的相关的技术文件（包括图纸、设计、最终设计数据、设计分析和设计计算，以及其他研究资料及详尽的技术参数、试验计划、大纲等）。包括所有外购设备的产品目录、说明、制造厂的产品说明、测试报告、主要特性和手册等，这些资料应能充分表明该设备与合同的要求相符。提供的技术文件，其内容须与所提供的设备一致。

（1）发包人有权复制承包商提供的资料，用于设备的维修管理。

（2）承包商应提供的技术文件应包括但不限于：

1.设备的过程及最终技术文件；

2.试验大纲及试验报告；

3.非国标但经双方确认的标准。

（3）最终技术文件应包括但不限于下列内容：

1.设备总说明；

2.设备总图、结构图、零部件图；

3.设备的详细电路图及其说明；

4.设备的最终技术参数；

5.设备布置；

6.计算结果；

7.设备及材料清单。

承包商应向发包人提供 5 份完整的装订好的文件和相应的电子文件。

9.3.4试验报告

承包商在设备每一阶段的检验验收测试完成后的 2 周内向发包人递交一式 5份试验报告，试验报告应包括所有测试记录，该记录应详尽到可使发包人得以就其真实性及准确性进行评定。

该报告的格式应适合确定设备测试程序，并含以正确的顺序列出所需要的全部检验和测试容。

所有试验结果均应记录在测试报告中，由承包商签字确认。

9.3.5操作和维修手册（O&M手册）

（1）一般要求

系统试运行开始前28天之内，承包人应提交四套编有各种数据图样，软件表和操作维修方法的操作维修手册和中文初稿（以下简称“手册”），以便用户熟悉其操作过程。这种手册的初稿应与终稿的格式相同，但在工程竣工、试验和验收以前对手册所有的临时补充不算作终稿。承包人应在缺陷责任期开始后的4周内，提交10套经工程监理方批准的操作和维修手册的正式中文稿给业主，但是有些设备的技术资料应事先提供。

同种主要设备提供2份专用设备手册。专用设备手册是缩略本，应尽量减少无关的内容。

操作和维修手册中应对各系统的运行操作做出全面的详细说明。

对于系统中的某些设备和部件，如印刷电路板，可直接使用这些设备与部件的生产厂家的资料和手册作为本操作维修手册的一部分，并根据手册的总目录依次汇编，这种文件可保留原封面。

有些设备或部件在本地无法维修，必须送到厂家维修，那么，在O&M手册中应包括这些或部件的维修和拆装资料。

控制原理图要清楚表示出设备的操作、安装及各部分的连接和各部分间电缆的走向。全部控制原理图包括部件、接触器的说明、图例和附注，即电流范围、线圈电压等等及继电器的动作线圈、特殊功能的恰当说明。

O&M手册应有目录表和专门术语（编写）的章节，为了使用户容易理解O&M手册的内容，应在手册中包括所需的框图、图纸、轮廓图和实际设备或系统的照片，同时，还应包括操作使用该设备的注意事项和设备的安全使用寿命。

每本手册都要有分目录来指示各节的内容，其中包括部件、备件清单、维修规范、故障诊断等等。每本手册后都要有几张表格供维护人员作维修记录使用。

手册用纸张的质量要好，纸质在80g/㎡以上，以免在经常使用时破损。正文和图表要清晰，每一册都要加装硬皮封面，并且要有塑料的或其它材料的保护膜。手册要装订起来避免由于使用粗心造成篇页丢失。手册的装订要能使手册无论在哪一面被翻开时都能够平放住，在手册的背后还要提供一个用来装散张图纸等的口袋。

O&M手册的用纸标准尺寸为国际通用的A4号纸，应保证印刷的内容不会褪色或看不清。图纸为A3号纸，并可独立成册。

（2）O&M手册的格式和编排

O&M手册可根据系统的组成分为若干册，第一册为总体部分。应包括以下内容：

题目页；

与其它文件的卷数关系；

目录；

设备和控制部分概述；

启动、关闭和紧急事件处理程序；

设备操作的详细描述；

设计总体布置图和机电产品维修与保养周期、次数，所用保养材料数量表和年平均需求量等。

其余各册应针对系统某一组成部分进行专用描述，需包括但不限于以下内容：

第一节 操作

由以下两部分组成：

第一部分：

系统主设备概述；

对目前已完成系统、每一设备的性能和整个系统启动操作运行进行逐项描述与介绍。对于关键内容、要求应特别表示，以引起操作者的注意；

包括操作和周期性保养、维修等重点内容在内的操作说明，并以表格的形式列出操作可能出现的问题、原因和解决措施；

正常关机和紧急关机的操作说明；

安装和试运行说明；

所有设备和系统的设计参数；

有关技术规范中所规定的所有设备的系统特征图表；

所有机械和电子测试记录结果；

报告和合格证；

专用工具和测试设备使用方法。

第二部分

所有机电设备的操作手册；

所有机电设备的检测手册；

设备定期更换组件的方法；

所有机电设备包括印刷电路板组件的维修说明，校准方法以及查找故障说明；

操作维修的注意事项；

系统的故障查询方法；

第二节 维修、保养

包括以下两部分主要内容：

第一部分：

组装和拆卸说明；

维修、保养说明；

故障诊断、维修；

预防维修、保养建议；

设定；

清除和调整数据。

第二部分

所有机电设备的技术说明及图纸、原理图、印刷电路及组件的分解图；

接线图；

所有专利设备的厂商图纸。业主如对某组件有要求，还应提供组件的分解图；

设备清单，说明厂商、型号、系列号；

所有设备项目的产品目录表、检验证明书及性能资料表。

第三节 维修、保养用图

承包人应提交供业主进行机电设备操作、维修和保养用的图纸。

图纸应包括以下内容，但不局限于此：

规格、材料、表面处理和紧固件；

制造商代码，图纸序列号；

包括密封部件等的布线图；

规定的尺寸和误差；

电路原理图。

图纸格式应符合中国有关的制图标准。

第四节 部件目录

承包人提供的文件中包括计算机系统及其它电子设备的软、硬件材料，承包人按业主要求提供的手册应包括下列内容，但不局限于此：

设备制造商提供的文件；

硬件框图，并有注释及电子线路原理简述；

程序输入说明；

含有注释的程序清单；

流程图；

软件模块描述；

内、外存储器操作说明；

有关操作系统和软件语言和编程手册。

（3）O&M手册的验收

O&M手册，维修、保养图纸和备件清单是整项工作的重要组成部分，对文件质量要求是最高的。所有文件应经业主审阅，没有任何问题，才能认为通过验收。

（4）O&M手册的版权

所有文件内容将成为业主的财产，业主有权复制所有文件用于本工程各分系统工程中。

（7）图纸、 手册和技术文件的确认

承包商在进行项目的任一部份前，应向发包人提交有关的图纸、 技术规格、设计标准、分析报告、计算书和规定的所有其他文件，经发包人确认后才可开始使用。正式提交的图纸、说明和设计应具有承包商审核签字，证明提交的资料是用于本工程且正确无误的。

承包商用于生产的图纸、手册和文件，应是经过发包人确认的图纸、手册和文件。发包人的确认仅表明发包人已同意承包商按图生产，这不能减轻承包商应承担的任何责任。

如果图纸、手册和文件经过了确认，承包商未经发包人认可不按图生产，发包人有权拒绝接收产品。图纸、手册和文件确认的具体范围、时间在合同谈判阶段决定。

（8）图纸、 手册和技术文件的交付

承包商所提供的技术文件的装运批次、时间及其它条件应符合合同要求。以邮寄方式递交的技术文件：技术文件交邮后，承包商应在 24 小时内将技术文件的交邮日期、邮单号、技术文件的详细清单、件数及重量、合同号等以传真或电报通知发包人。

图纸、 手册和技术文件交付清单

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 文件类型 | 份数 | 交付时间 |
| 1 | 安装手册 | 10 | 初步验收时 |
| 2 | 操作手册 | 10 | 初步验收时 |
| 3 | 维修手册 | 10 | 初步验收时 |
| 4 | 最终的技术文件（含图纸） | 5 | 初步验收时 |
| 5 | 各类试验大纲和试验报告 | 5 | 初步验收时 |
| 6 | 经双方确认的相关标准 | 5 | 初步验收时 |
| 7 | 发包方用于资产管理及维护的 EM 相关资料（相关要求及表格待施工单位进场后由发包方提供） | 5 | 初步验收时 |
| 8 | 软件、程序 | 5 | 初步验收时 |
| 9 | 其他技术文件 | 5 | 初步验收时 |

除试验报告外， 所有交付的资料还应提供 1 份电子文件。

合同执行期间承包商应提供最新的资料交付清单和修改清单，以维持发包人图纸和技术文件的不断更新。

## 10系统测试调试

机电系统内部各子系统间及子系统与监控中心间的系统测试调试。

## 11维修、保养

11.1通过竣工验收发包人接收后，正式开始24个月质保期。

11.2在质保期内，承包人继续对所有安装和提供的设备负责，并保证设备所有功能、标准、接口等都满足设计的要求。

（1）质保期内，发包人、监理工程师、承包人将抽测各种测试项目，检查各系统的可靠性和稳定性。

（2）质保期内，承包人免费协助发包人对各系统维护和管理，负责维修、更换零部件，其人员的差旅费自负。

（3）所有作更换的零件/材料，须是原厂标准生产的零件/材料。对于在保修期内找到的缺陷或其它过失而进行的修理或更换的零件/材料，其保修期自动延长6 个月。

（4）质保期内，如果由于承包人责任，故障的设备和材料需要更换或修理时，在修理期间不可使用属于发包人的备件，由投标人提供备件。

（5）质保期内服务的工作必须全部由承包人直接完成，承包人须证明其在重庆有足够能力进行保养和维修工作。

（6）设备投入使用后，除紧急抢修外，在维护保养时间上要服从发包人的安排。

（7）承包人必须制定详细的质保期服务计划并纳入投标文件中，其内容必须包含设备维保方案、维保组织机构、维保人员配备（应具备相应资质）、备品备件供应、维保质量管理等内容。

（8）承包人应在投标书中单独列出质保期维修保养服务的明细内容及费用明细表，此费用应计入投标总价。

（9）质保期服务响应时间应在承包人接到发包人通知24小时内赶到现场服务。若遇重大突发事件需紧急服务时，承包人应于2小时内抵达现场。

5.3质保期后服务

（1）发包人方需要时，及时提供有偿的紧急维修服务；

（2）设备的维护时间要满足发包人对运营的需要；

（3）承包人承诺为发包人提供设备维护终生的技术支持和服务。承包人在系统寿命期内仍有责任以优惠方式对系统发生的问题协助处理。

## 12设计联络

12.1设计的基本要求

（1）设备的设计应全面符合中华人民共和国国家标准及其它有关技术标准和法规要求的要求，同时还应符合本技术部分要求。对中华人民共和国国家标准和本技术部分中未作明确要求的应保持产品原貌。

（2）承包人对产品的设计，应符合发包人对设备与土建设计有关的一些结构参数的要求规定（见附图）。在投标书中，应附上符合附图要求的图纸及说明。

（3）承包人应按时完成设计交发包人检查。发包人的检查意见将在设计联络上提出。

12.2设计的认可

（1）承包人应在设计联络后30天内完成产品设计。经认可后的设计可投入设备详细设计及样机制造。

（2）所有的设计方案应由发包人认可，提交认可前应由承包人准备好正式文件、图纸和图表，经认可后承包人应按认可的设计方案执行。

（3）设备产品设计经发包人认可后，合同双方授权代表签署设计认可证明。

（4）未经发包人认可，承包人不得进行下一步工作。

（5）上述发包人的认可不减轻承包人对设计和设备及材料质量的全部责任。

12.3设计的变更

凡已作认可的设计，任何一方要作变更都应以书面形式履行变更会签手续。

12.4设计联络会

（1）为了使合同能顺利执行，在通风空调系统施工图设计阶段，依据设计进程和时间表的要求，发包人将派技术人员与承包商进行两次设备设计联络。设计联络会议的目的是为了协助承包商完成设备设计以及有关的图纸、文件、标准和资料及承包商配合发包人完成施工图设计。

（2）承包人应在标书中单独列出项目业主、发包人人员到厂方召开设计联络会议的费用，费用包括项目业主、发包人人员往返交通费（城市之间按往返飞机票报价）、食宿费、当地交通费、医疗费和出差补贴等费用。此费用应计入投标总价，发包人保留按此费用标准改动人数、时间的权利。

（3）设计联络后承包方应配合设计单位完成施工图设计。并在投标时需提供类似工程的供货和总承包合同复印件，证明具有上述系统设计配合的能力。发包方和承包方参加讨论并确认功能规格、设备标准、设计文件、检验程序和有关设备技术，是为了保证设备功能能充分满足工程要求，在此过程中，发包方不承担任何技术责任，也不能减轻承包方对合同项目所负的责任。

（4）第一次设计联络应解决以下问题，并不限于此：

1）承包商完整的介绍产品的技术、设计思想。确认合同中设备及主材的制造标准，包括工艺、结构形式、零件和元器件等；

确认合同设备的接口关系处理、 安装及配置形式；

确认承包商提供的第一批技术资料是否满足要求；

考察承包商的生产制造能力；

讨论和确认第二次设计联络的内容和议程。

2）承包商应提供给发包人进行审查、确认的文件、 图纸应包含但不限于下列主要项目：

按合同“技术文件”中要求，提供系统、设备的相关技术要求和标准；

设备基本布置要求及相关图纸、安装方法；

各种设备材料设计图纸和技术说明，应包含详细的技术指标、功能及接口说明等；

设备与其他专业系统设备之间的接口及标准；

各种设备的主要电源要求及功耗；

设备总图、电气原理图、二次接线图等。

3）在第一次设计联络会议前 15 天，承包商应以《技术文件》为基础，完成设备的功能规格的详细编制，详细说明各相关设备的接口关系，并提供 5 份设备的设计文件、标准、图纸和资料给业主，以供发包人、项目业主检查确认并做准备。

4）本次联络还应在联络时提供下列资料供第二次设计联络确认：工厂检测、单机测试、系统测试、联合调试等的程序和标准；系统及设备的原理接线图和接口设计文件。

（5）第二次设计联络应在设备和材料生产前进行， 时间和地点由承包商提前天通告发包人、项目业主、设计等相关人员，并由项目业主确认。第二次设计联络应解决以下问题，并不限于此：

1）确认在第一次设计联络时的互提资料。

确认承包商提供的第二批设备制造等技术资料，图纸和其它资料。

确认设备的包装和运输。

讨论有关试验问题和技术培训计划。

讨论配合安装、调试、检查和试运行的计划和程序。

2）确认已修改完成的设备制造设计、安装设计及与有关系统的接口设计。

3）本次联络后承包商应提交下列资料：

各种设备的最终功能规格说明书（含技术指标、功能说明、标准等）；设备的安装方法；设备的有关补充标准及工厂检测、安装、测试的程序、标准的补充；系统及设备电气原理接线图， 系统及设备内部元器件布置图等；子系统之间及本系统与其他系统设备之间的原理接线图；设备的最终设计图（含端子排图、设备之间的电缆连接和通信接口连接等图）；详细的监造计划（包括时间、地点、试验项目等）。

4）在第二次设计联络会议前 15 天，承包商应先提供 5 份详细设计的文件、资料、图纸给发包人，以做准备。

（6）承包方参加设计联络人员应是对本设备以及对其他系统接口有多年工作经验的健康的工程及设备制造技术人员，人员资质应在出发前提前1个月提交给发包方确认。

（7）每一次设计联络会都要形成正式的会议纪要。该会议纪要由承包人拟稿，由各方的参会代表确认并草签后，由发包人正式发文，各方执行时仅以发包人发出的会议纪要为准。

6.5设计联络会议之外的联络

（1）除上面所述的设计联络会议和设计审查会议外，为保证合同的顺利进行，发包人和承包人可商定在必要的时候召开会议，讨论并解决工程进行中出现的问题。

（2）每次会议结束时应有会议纪要，并经各方签字。除非在会议纪要中另有说明，该纪要将成为合同的组成部分。签字后即由承包人分发会议纪要。

（3）会议地点为工程所在地，时间由各方商定。承包人负责费用。

（4）除非另有协议，发包人可在任何时间派技术人员到承包人和其分包商所在的设计部门和工厂考察承包人的设计工作，承包人应免费提供必要的技术文件和工作条件及生活条件给发包人的技术人员。

## 13运输要求

13.1设备发运前前一周，承包人将详细设备清单报发包人。由于运输和包装不当导致的设备损坏由承包人负责。

13.2按照发包人发货通知要求，设备应运至安装现场。

13.3工程所有设备从制造厂出厂的吊装、运输所有涉及的运输费用均由承包人负责。承包人不得以任何理由增加二次转运费用、仓储费用等费用。

## 14技术培训

14.1承包方应提交培训计划交发包方确认，计划应包括：培训的目标、内容、起止时间、使用的培训设施、培训的材料和文件、受训人员的要求、培训地点、授课人员的姓名及职称、课程效果的评估方法。

14.2承包人应制订发包人人员的培训方案，并列明培训费用及其计算方法。因承包人的原因导致技术培训不能按期完成，或原有的设备设计需要改变，发包人有权要求承包人重新进行培训，所有费用应由承包人承担。发包人有权根据实际情况，按照此费用总价改动人数、天数和培训方式等的权利。

14.3承包人中标后应提交培训计划交发包人确认，培训材料应在培训实施前1个月提交给发包人确认。所有培训用材料应易拷贝，音像制品应能拷贝复制，文件应同时提供2份电子拷贝。

14.4工厂培训：各类设备在使用前，应在设备制造厂为发包人培训技术人员。培训前应提供中文操作/维护手册，使培训对象能够了解设备的工作原理和工作性质，并能独立排除一般故障。

14.5现场培训：从设备运送到现场开始直到安装、调试结束，承包人必须在现场对发包人技术人员进行现场培训。并在培训前提供中文培训手册。该手册是针对本招标文件所提供的设备，就安装、测试、操作及维护等方面对培训对象提供全面训练的手册。如果需要，发包人有权对这些手册进行复印。

14.6投标书中应单独列出培训的费用，此费用应计入投标总价，所有培训费用应列入承包人的成本；学员的差旅费用（远途交通采用航空方式）；在承包人培训设施所在地交通费用；学员的食宿、日常开支、医疗和出差补贴等；各类培训使用供货商工具、仪表和仿真器的成本，教员以及书本费用。发包人保留按此费用标准变动人数的权利。

## 15工程回访

承包人承诺在不同的运营阶段进行技术回访，并在投标文件中描述工程回访组织机构和回访人员构成、程序、计划安排。在试运营开始一年内，至少每个月进行一次工程回访，在试运营1年到2年内必须每季度回访一次，在试运营开始2年到5年内，每年组织一次工程回访。

## 16索赔与赔偿

在本项目所要求的设备的验收程序等过程中，如设备系统的性能未能达到“技术部分”中的功能及技术指标，且无双方可接受的其他解决方法，则投标人应根据相关合同条款规定向发包人方支付罚款。

投标人在收到发包人方索赔文件14天内作出明确答复，如果投标人不作答复，则应视为该索赔要求已被投标人接受。发包人方将从合同款或投标人提供的履约保证金中扣回索赔金额，同时保留进一步要求赔偿的权利。

投标人对赔偿或罚款的所有异议应在14天内向监理工程师提出，监理工程师收到后 14 天内组织有关各方协商解决。但异议的协商不能影响合同项下的其它工作的继续进行。

相关罚款项目包括但不限于以下内容：

16.1质量罚款

在本部分前述各项检验、测试和验收等过程中，若承包商根据本条款第 （1）条和第（1）条的方式一次未能修复设备和材料的缺陷后，则按本条款第（3）条和本条款第（4）条两者之一的方式处理。

（1）修理

投标人经发包方人同意应自费对有缺陷的设备和材料进行修理，使之符合国家标准及合同规定的技术要求。除发包人方特别许可外，修理应在 30 天内完成。经修理的设备和材料在通过规定的测试后，发包人方可予以接受

（2）替换

每件产品修理超过 3 次，投标人应以全新及合格的设备和材料替换有缺陷的设备和材料，费用由投标人自理。除发包人方特别许可外，替换应在 30 天内完成。经替换的设备和材料在通过规定的测试后，发包人方可予以接受。

（3）退货

发包人方拒绝接受索赔项下的设备和材料，并退回给投标人。投标人应赔偿发包人方索赔项下的设备和材料的一切费用及额外支出，包括发包人方从其他地方采购替换设备和材料的费用。被拒收设备和材料的运输、保险、检验、仓储和装卸等所发生的一切费用应由投标人承担。

（4）设备和材料削价处理

索赔项下的设备和材料，只有在发包人方和投标人方双方同意的情况下，可作降价处理。为此，发包人方可接受由根据原价格和规格妥协得出的具有新规格的设备和材料。如能达成协议，则合同价格与所降低价格的差额应退还给发包人方。新的规格应经发包人方确认，设备和材料的测试验收应根据新的规格进行。

16.2短装索赔

（1）由投标人负责装运的设备和材料，一经发现短缺、误装或因投标人的原因引起的损坏，发包人方将以传真和信函方式向投标人提出索赔。索赔文件同时附上由监理工程师、发包人方和投标人代表签署的证明短装、误装和损坏的确认书。因投标人自身原因未能到场而签署的确认书应可作为向投标人索赔的依据。

（2）一旦收到发包人方发来的索赔文件，投标人应无偿地补足短装货物，替换错装或损坏的货物，除非双方另有协议，该补足或替换应在45天内完成。起始日期应以投标人工地代表收到发包人方先以传真再以信函的索赔文件之日（以先到的为准）起计算。如投标人的补足或替换未能在45天内完成，其引起的误期罚款按相关合同条款执行。

16.3验收时间延迟索赔

（1）若因投标人过失导致合同规定的验收时间延迟，则投标人应根据本条款规定，向发包人方支付赔偿。

（2）正常验收时间每延迟七天赔偿为合同总价的0.5%，不足七天按七天计算。最高赔偿不应超过合同总价的10%，否则发包人方有权终止合同。

（3）上述之赔偿应在发包人方支付给投标人的款项中扣除，不足部分在投标人履约保函中支付。

（4）赔偿的支付只能作为验收时间延误的补偿，投标人仍然应负责完成整个工程直至最终验收结束。

（5）设备在最终验收过程中如零部件实际质量检查不合格，允许投标人更换有关部件后再检查，更换工作应由业主方批准，并只能在轨道交通设备维修时间进行。在更换之后，整机性能不能受到影响。在更换之后运行12个月再作检查，如合格则可通过最终验收；如果仍不能通过检查，该设备应降价处理，降价幅度为每个项目降设备单价的3～5%。由发包人方在支付给投标人的款项中扣除，不足部分在投标人履约保函中支付。

16.4文件提交延误赔偿

（1）若因投标人的过失导致投标人提供的文件（图纸、手册和技术文件）未按合同规定的时间提供给发包人方，则投标人应根据本条款规定，向发包人方支付赔偿。

（2）条款12.4的（1）中所述的文件提交延误赔偿按每延误七天赔偿金额为折合成人民币伍百元；如果引起验收时间延迟，则按条款12.3执行。

16.5质量保证期赔偿

在质量保证期和质量保证期延长期限内提出的索赔应根据合同相应条款进行处理。如果投标人未能在规定的 45 天内完成补救，由此引起的延误按本商务部分通用条款和／或条款12.3执行。

16.6其它服务违约的赔偿

（1）因投标人的工作疏忽、失误造成的安装进度延误等发包人方直接损失由投标人负责， 具体损失计算由监理工程师出具，经发包人方、 投标人双方确认后由投标人支付给发包人方。

（2）投标人项目人员在未经发包人方同意的情况下，缺席参加监理工程师召开的协调会或发包人方组织的工程例会，按每缺席一次罚款折合人民币 500 元计算。此外，因此造成的损失按条款11.6第（1）条处理。

（3）投标人负责的培训任务应达到合同要求。如发包人方有充分理由证明投标人的培训服务未达到合同的规定， 则由监理工程师提出罚款建议和补救意见，经发包人方确认后执行。该罚款的最高限额不能超过合同中相应服务的价格。

（4）因投标人原因提供资料错误而导致的项目损失的直接费用应由监理工程师依据合同或实际情况计算出合理的费用，经发包人方和投标人确认后由投标人负责赔偿。

（5）投标人服务的违约导致系统验收时间的延迟罚款则按本条款11.3的规定执行。

16.7赔偿或罚款金额计算

本合同项下涉及的所有赔偿或罚款金额均由监理工程师依据合同的规定计算。如合同未有明确规定的，则由监理工程师根据国家或地方有关规定、惯例、行业规定等合理地估算。监理工程师将结果交由发包人方审核确认。

16.8偿还支付

对于合同中所列的索赔偿还，发包人方有权从履约保函中获得赔偿或要求投标人以电汇方式向发包人方支付偿还。在后一种情况下投标人应在一个月内凭招标方索赔文件以电汇方式向发包人方支付所有索赔偿还。

16.9赔偿后的规定

赔偿的支付不减轻投标人合同项下的任何责任和义务。

16.10异议处理

投标人对赔偿或罚款的所有异议应按本条款相关规定的时间向监理工程师提出，监理工程师收到后 14 天内组织有关各方协商解决。但异议的协商不能影响合同项下的其它工作的继续进行。

16.11工程违约处罚规定

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 分项考核内容 | 违约事项 | 处理方式 | 处罚措施 |
| 协调管理 | 与其他专业的配合 | 未按发包方要求与其他专或系统承包商配合或需提供工作面时不提供的 | 限期整改，并处罚 | 视情节罚款0~5000 元/次 |
|  | 变更控制工作 | 投标人擅自对工程项目进行变更的，及擅自更换投标产品的品牌、规格和型号 | 限期整改 | 全线通报批评；并视情节罚款0~10万元/次 |
|  | 其它 | 无视监理工程师事先的书面警告，不按合同约定履行义务的 | 限期整改，承包人应承担违约所引起的费用增加和（或）工期延误 | 发包方视情节罚款 0~5万元/次 |

## 17系统测试调试

机电系统内部各子系统间及子系统与监控中心间的系统测试调试。

## 18备件、专用工具和测试设备

### 18.1备件、专用工具和测试设备清单

对于本技术规范各章所提出的缺陷责任期满后所需的备件、专用工具和测试设备，投标人应在价格清单中填报它们的型号、数量、单价。业主将根据承包人所报信息及自己的经验采购备件及维修仪表工具的数量和费用。

对每一备件或专用工具应提供以下资料，但不局限于此：

制造厂家的部件号；

机电设备的部件号；

对备件的详细描述；

全部尺寸包括包装箱（如果有的话）的外形尺寸；

与类似部件之间的互换性；

备件和专用工具的供货来源——厂家名称、地址以及在中国的代理人；

制造时间。

### 18.2专用工具和测试设备

承包人应提供安装、测试、验收所需的测试仪表及专用工具。对于系统运行必需的测试及专用工具应包括在总投标价中，对于其它的测试仪表及专用工具，承包人应提供清单。该清单应包括它们的型号、数量、单价、合价及总价，以供业主在评标时选择。

工程项目采购的专用工具、辅助设备、计量仪器和测试设备应符合操作与维修手册和规范规定的所有功能要求。

提供的所有测试设备必须是新的和仅在工地由承包人第一次使用。承包人应在工程完工后，在施工工地处将专用工具和测试设备提交给业主。专用工具和测试设备应配有工具箱和仪器箱。

### 18.3随机备件

随机备件和特殊工具应与机电设备同时订货和制造，费用已包括在设备中。它们应根据技术规范进行制造、测试、包装、标签并由承包人负责运输至工地。

除了工程数量清单中所列设备外，承包人还应注意的事项：

1．承包人所提供的设备应具有配套的完整性，本文件没有列入的单项设备、材料或成套设备的内容，又是工程所需要的，承包人应一并提供。

2．所有设备在现场安装验收调试前，若发现材料、元器件欠缺，均应由承包人无偿补齐。

## 19技术支持

在缺陷责任期内，承包人的反应时间应不超过3小时，并到现场进行维修。在缺陷责任期满以后，项目经理要承担通信系统的全部远程维护工作。

### 19.1技术支援

在缺陷责任期满以后，可能出现修改和扩展系统或者相应设施的要求。因此，承包人应从供货厂家得到保证，保证对他们的积压自产品至少有10年的备用和支持，也可获得免费提供，在兑换率上，请承包人以优惠报价承担以后需要进行的工程。

### 19.2软件修改

承包人应准备提供将来进行软件修改时所需的整个系统软件和/或硬件，元件，备件和专用工具。

## 三、隧道通风

## 1、概述

本合同段1000米以上隧道的樵坪山隧道、永兴隧道、二圣隧道、姜家隧道、大地坝隧道、向阳坪隧道、香树岭隧道和水江隧道均采用机械通风。

本合同段5000米以上隧道白云山隧道采用全射流纵向式通风+排烟泄水洞分两段排烟方案。

## 2、工程范围

本合同隧道通风系统的主要设备材料包括：

（1）射流风机

1000米以上樵坪山隧道、永兴隧道、二圣隧道、姜家隧道、大地坝隧道、向阳坪隧道、香树岭隧道、水江隧道隧道以及5000米以上的白云山隧道均采用功率30kW、直径1120mm的可反向运行的单向射流风机，其反向风量不低于正向风量的50%~70%，含风机、电机、两端消音器、安装吊架等相关配件、射流风机拉拔试验。

射流风机控制设备

射流风机现场启动箱(按钮、线缆等相关配件)。

隧道风机至风机低压出线回路的配电电缆。

隧道风机现场启动箱至低压出线回路的控制电缆。

风机现场启动箱洞室门。

除上述材料，实现通风系统功能所需的其他材料及工作。

（2）轴流风机

1）本合同段5Km以上隧道（白云山隧道）选用直径2600mm、电机功率为500kw，电压为380V的轴流风机，整套轴流风机系统部件应包括单向无导叶、单级大型的轴流风机、与风机配套的风阀、消声器、风机悬挂件、减震器、风机状态监测接口、消声器、方圆连接、软连接、防护网、扩散器、集流器、风闻及软启动柜等附件、地脚螺栓、连接螺栓、安装支座（基础）等。

2）轴流风机软启动器等控制系统

3)通风系统其他设备:

 a、电动单梁起重机

 b、排风风阀（排风口的独立风阀）、电动风阀（地表排风口风阀）。

 c、联络风道转弯处的导流叶片

 d、通风系统进出风口的防护隔离网（栅）等风道构件

 e、轴流风机前后与土建风道衔接的联络风道

 f、地下风机房（若有）内附属用房的通风空调设备及其附件、检修钢梯；

 g、技术规范中未提到，但为完成本招标项目所需的其它附属材料和工作

（3）低噪音柜式离心风机

（4）温控轴流风机

若承包人按照过去的工作及工程实践经验，发现某些为完成本项工程必须的配套设备、材料、工具和工作等，在本技术规范及相应的设备和材料清单中均未提到，则承包人应在本次招标商务文件所规定的期限之前， 向招标人提请澄清。否则，这些配套设备、材料、工具和工作将被视为已包含在投标人的投标报价中。

## 3、系统要求

（1）总体要求

隧道通风系统主要设备应采用最新颁布的中国国家标准或国际通用标准进行设计生产。

通风设备和元器件中，如无中国国家标准和国际通用标准可参照的部分，可选择能代表最新、最先进水平的其他标准。

无论承包人按何种标准设计、施工、验交，都必须经过监理工程师的同意并保证隧道通风设施可靠工作，满足本规范的操作、使用要求和系统功能要求。

通风系统在工作时，应能满足设计车流量的通风要求，并使隧道及安全通道内空气达到规定的污染空气稀释标准。火灾工况下，通风系统满足排烟要求，有效控制烟雾扩散范围。

（2）功能要求

1）隧道通风系统主要功能：

射流风机安装在隧道建筑限界以上的隧道顶板下方，每台风机由风机供货商提供的安装附件安装在隧道风机安装支架上，射流风机选用直径为1120mm，电机功率为30kW，电源均为三相380V。

樵坪山隧道、永兴隧道、二圣隧道、姜家隧道、大地坝隧道、向阳坪隧道的射流风机均布置其隧道进、出口两端。香树岭隧道和水江隧道的风机布置其隧道进、出口两端及中间段，隧道风机均距隧道进口100米、出口150米向隧道内布置，两组射流风机的纵向间距为150米，每组断面上布置三台风机。部分风机由于与车行横通道或其它设备安装位置相冲突，因此这部分风机 距隧道进、出口的距离及与其它风机之间的间距会有所调整，具体详见其隧道射流风机平面布置图。

白云山隧道的射流风机每3台1组，每组间距150m; 行车进口段第一组风机与洞口的间距100m;行车出口段第一组风机与洞口的间距150m。白云山隧道的射流风机宜不少于3段布置，长度大于2000m的曲线隧道，曲线段宜布置射流风机。

射流风机的手动控制要求不但能在给其配电的变电所低压屏上对射流风机的正转、反转和停机进行控制。而且要求在风机现场启动箱上也能实现对射流风机的正转、反转和停机进行控制。风机现场启动箱现场操作的优先级别为最高。

轴流风机安装在风机房内，根据各隧道不同的通风需求采用不同功率和风量的轴流风机，每台轴流风机须由供货商提供安装附件并建造安装基础。

白云山隧道轴流风机选用三台，运行方式为两用一备。

通风系统需要根据交通监控系统提供的监测数据（风速、风向、风压、温湿度）对通风系统进行调控，满足正常运营工况及火灾工况功能需求。

2）烟尘浓度、安全、舒适、防灾标准

(1)隧道烟尘允许浓度

隧道烟尘允许浓度表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 运营工况 | 交通阻滞 | 正常运营 | 交通管制 | 养护维修 |
| 计算车速(km/h) | 10~30 | 40 | 50 | 60~80 |
| 隧道烟尘允许浓度K(m⁻¹) | 0.012 | 0.0075 | 0.0070 | 0.0065 | 0.012 | 0.003 |

(2)瓦斯隧道运营期间，防止瓦斯积聚的风速不应小于1m/s。

(3)隧道正常运营时，隧道通风系统应能有效稀释隧道内异味：根据本工程交通量和隧道规模，稀释空气中异味的隧道 空间不间断换气频率按每小时3次取值，同时保证隧道内换气风速vr≥1.5m/s，但不应影响车辆行驶。

(4)防灾标准：火灾时排烟风速按3.0m/s 取值。

3）风机采用变电所手动控制、本地现场启动箱手动控制及监控系统远程自动控制方式。远程自动控制由监控系统进行控制及指令下达。30kW单向可逆式射流风机两台一组通过本地或远程控制可实现风机成组启动、停止以及正反转。轴流风机为单向风机，通过本地或远程控制进行风机单台启停。

4）发生火灾时，在高温环境中（250℃），整套风机设备满负荷运转1小时，不应出现机械、电气或结构方面的故障。承包人应向发包人提供一份标明其设计满足上述要求的证书。

5）隧道通风专业必须保证通风系统能通过消防部门的验收。

6）隧道通风专业应完成通风系统火灾工况下的联动控制预案。

## 4、相关标准与规范

风机的设计、制造、试验、包装、运输、安装、调试应符合、但不仅限于以下标准和规范：

JTG/T D70/2-02-2014《公路隧道通风设计细则》

J TG/T D70/2-2014《公路隧道设计规范》（第二册交通工程与附属设施）

JB/T6444-2019《风机包装通用技术条件》

JB/T6445-2017《通风机叶轮超速试验》

JB/T6886-2010《通风机涂装技术条件》

JB/T6888-2018《风机用铸钢件技术条件》

JB/T9101-2014《通风机转子平衡》

GA211-2009《消防排烟风机耐高温试验方法》

GB/T 3235-2008《通风机基本型式、尺寸参数及性能曲线》

JB/T6891-2017《风机用消声器 技术条件》

JB/T 4364-2014《风机配套消声器 性能试验方法》

GB/T1236-2017《工业通风机 用标准化风道性能试验》

JB/T7665-2007《通风机械噪声声功率级现场测定声强法》

JB/T8690-2014《通风机噪声限值》

JB/T8689-2014《通风机振动检测及其限值》

AMCA210-2007《确定风机额定性能试验的试验室方法》

AMCA300-2008《确定通风装置额定声功率的试验规程》

AMCA301-2006《根据实验室试验数据计算风机噪声参数的方法 》

GB10178-2006《工业通风机 现场性能试验》

GB50275-2010《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》

JB/T 10489-2019《隧道用射流风机》

ISO13350-1999《工业风机 射流风机性能测试》

JTG/T F72-2011 《公路隧道交通工程与附属设施施工技术规范》

JTG H12-2015 《公路隧道养护技术规范》

JTG F80/2-2004 《公路工程质量检验评定标准》

GB755-2019《旋转电机定额和性能》

JG/T 436-2014《建筑通风风量调节阀》

JB/T 8219-2016《工业过程控制系统用普通型及智能型电动执行机构》

GB15930-2007《建筑通风和排烟系统用防火阀门》

GB 50463-2019《工程隔振设计标准》

除上述标准和规范外，轴流风机还应满足下述规范:

JB/T 10562-2006 一般用途轴流风机技术条件

GB/T 2888-2008风机和罗茨鼓风机噪声测量方法

GB/T 9438-2013铝合金铸件

JB/T 10213-2014通风机焊接质量检验技术条件

JB/T 10214-2014通风机铆焊件技术条件

GB/T 13306-2011标牌

JB/T 2977-2005工业通风机、鼓风机和压缩机 名词术语

GB/T 13912-2020金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法

JB/T 4296-2011矿井轴流式通风机

GB/T 1236-2017工业通风机 用标准化风道性能试验

GB 50236-2011 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

在本招标技术规范发布之时，若以上标准和规范有最新版本，则应以相应标准和规范的最新版本执行。在本项目要求的供货日期之前30天，若以上标准和规范有最新版本，或有与通风系统设备相关的新编标准和规范，则应以新的相应标准和规范执行。

上面没有提到，但适用于本节的其它国家标准、行业标准和规范中适用于本工程的有关标准也应当适用。

若上述各标准和规范与本技术规范各条款等有相互矛盾的地方，应以有利于工程质量和工程建设发包人的条款执行。

## 5、射流风机技术要求

射流风机的设计、制造、测试应当符合中国国家标准的有关规定，采用国内外著名品牌。承包人应提供通风系统射流风机以及配套的电动机、消声器、安装吊架、拉拔试验、减振设备的设计、制造、安装、试验、调试及运行等作业。在联合设计中依据工程现场实际情况，经与施工、设计等方面沟通后须完善设备安装方案，并在联合设计审查时提交定型的风机制造、试验方案报告。

（1）射流风机的构造与组成

射流风机主要由喇叭口、消声器、整流体、风机段和电动机组成。同时还包括配套安全吊架及悬臂、安全吊链、配套减振设备及其他配套的附属设备。

（2）随机资料

每台射流风机的出厂合格证书、出厂检测报告以及出厂验收报告。

射流风机及组件系统安装尺寸。

风机日常维护、保养及操作手册、设备说明书。

所需的备品、备件专用维修工具。

本规范要求涉及的设备其它技术资料。

承包人所需提供风机的技术文件种类和数量须经监理工程审核。

（3）技术要求

整套风机设备应具有防水、防潮、防尘、防腐蚀能力，能够经受冲洗隧道高压水的冲击。

火灾工况下，在环境温度为250℃的情况下下，单向可逆式射流风机及满负荷运转1小时，不应出现机构、电气、或结构方面的故障。产品应有经国家消防装备监督检验部门出具的耐高温检验报告。

射流风机从正向启动达到全速时最长时间为60秒。正向到反向全速最长时间为90秒。

风机的叶片为可调节式，流线型表面，翼型剖面；用铝合金制造或用能适应其规定的工作转速、温度、压力和流量的其它合金材料制造。承包人应负责调整风机的叶片角度，使达到要求的流量而不至于风机过载。风机叶轮组件必须进行动平衡检验，按G2.5标准校核，并在1.25倍额定转速条件下进行超速试验。

风机及风机所有零部件均须采用热浸镀锌工艺，镀锌量大于 600g/m2。

消音器1D，安装于风机主机体两端，并保证良好配合；采用焊接镀锌钢板作外壳，内衬吸音材料，内壁为多孔不锈钢板；使用的所有材料应采取防腐抗蚀措施。

悬臂支架的设计、制造应根据安装点情况采用刚性或柔性结构，吊架或支承架与风机的连接为非刚性结构，应设计为弹簧减振装置形式，且应易于安装、拆卸。厂家必须提供射流风机的减振设计计算书。

射流风机上配置的电机的设计、制造应符合中国国家标准的有关规定或监理工程师认可的其它国家地区标准；机极数4P；电机的功率因数不小于0.85；在电压变化±20％范围内，电机仍能正常工作；电机轴承采用自润滑免维护轴承具备自润滑能力、具有防尘、防水措施；

射流风机整套设备应具备过压保护、接地保护等措施。

预埋件拉拔实验及后期风机安装由 通风工程施工单位完成。

（4）性能参数

单台射流风机的实际性能应能满足下表的要求。

30KW单向可逆式射流风机性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | 技术指标 | 项 目 | 技术指标 |
| 叶轮直径 | 1120 mm | 电机绝缘等级 | 不低于F级 |
| 叶轮流量 | ≥32.8m3/s | 高温性能 | 风机能在250℃高温下连续工作1h |
| 出口风速 | ≥33.3m/s | 主要部件寿命 | ≥20年，第一次大修前的安全运转时间不应少于18000h； |
| 轴向推力 | ≥1158N | 风机重量 | ≤1100 kg，含风机吊架等 |
| 防护等级 | 不低于IP55级 | 噪声 | 风口下45°、10m处(野外)≤77dB（A）； |
| 电机功率 | 30kWAC（380V±10%，50Hz） | 风机吊架承载力要求 | 至少能承担风机及各附件自重15倍或以上的受力，风机安装前应做支承结构的荷载实验； |
| 风机运转方向 | 正、反向运转，反向效率不小于95% | 风机转速 | 1470r/min |
| 轴向推力 | ≥1158N | 电动机噪声 | ≤72dB（A） |
| 叶片角度 | D4 | 声压级 | ≤70dB（A） |

（5）射流风机实验要求

1）基本要求

隧道风机应进行工厂验收试验、现场测试。

风机的各种试验按照招标文件的一般技术规范和专用技术规范的要求进行。

承包人应提供进行各种试验所需的各种试验设备和工具。

各种试验的标准和试验方案应当提交监理工程师审批。

工厂验收试验、现场测试日期均应提前30天通知监理工程师，以便监理工程师可以到场亲自监督。

2）工厂验收试验

工厂验收试验不低于中国国家有关标准的最新国际标准版本进行。

制造期间对风机叶轮组件应进行静动平衡试验，并应在1.25倍额定转速的条件下进行转动试验，不平衡度应符合有关规定。

风机应进行正向和反向工作状态下的轴向推力试验。试验前应把风机轴的推动力试验标准提交监理工程师审核。

风机试验得到的每一条性能曲线应由至少8个参数点绘出。绘制的性能曲线图包括有风机总压力，风机静压力，效率、噪声功率与可调特性曲线，输入功率，功率因数随流量变化的函数曲线和无因次特性曲线。这些曲线应当在流量为零（关断）至无压力时的流量范围内绘制。应当绘出正向和反向工作方式的特性曲线。

风机转速试验数据与风机实际运用转速间的误差应当在5%以内。

风机制造期间，对风机的全部叶毂、叶片以及叶毂与叶片的连接孔处都进行射线探伤。

3）试验结果

试验报告的格式，应按照一般技术规范中的要求提交审核、备案。

全部试验结果应采取国际单位制。

承包人应提供一套全部风机的叶毂、叶片以及叶毂与叶片的连接孔和结合处的X射线影片给监理工程师审核。被认为有缺陷的风机应当用新零件重新制造、装配。制造者应证明风机中没有缺陷，并把相关技术资料保留至少10年。承包人应出具证书，证明电机的设计满足技术规范提出的射流风机电机的设计和实验要求。

提交叶轮动平衡及超速检测报告、整机动平衡和振动检测报告。

提交推力试验报告。

提交风机的性能曲线。

盐雾测试报告。

消防型式检验报告。

全部检验报告结果将采用国际单位制。

提交电机出厂检验合格证书、电机使用说明等技术文件。

（6）施工要求

应根据设计文件确定风机的安装位置和方向。

搬运和吊装风机的绳索，不得直接勾挂于消声筒上或直接捆缚在机壳上；吊装时应有防止风机滑落的措施。不得对风机施焊；

风机就位后，风机中心线与隧道中心线平行度允许偏差不应大于100mm。

用于隧道拱顶安装的射流风机，在风机安装过程中，应始终注意使各风机的主风流方向(正转方向)与交通流方向保持一致，风机安装完毕，应检查喷射方向。各风机轴线沿隧道方向应成一条直线。同时，如隧道界限允许，应尽量使风机远离洞顶。风机底边至少应在隧道建筑界限以上15-20cm处； 其它用途风机安装参照安装设计图技术要求。

用于隧道行车孔安装的射流风机，其吊装用预埋件和吊架应做载荷拉拔实验，支承风机的吊装预埋件和吊架结构强度应保证在实际静荷载（风机及其安装件）的15倍以上；风机安装施工单位应在安装风机前完成静载拉拔试验，并提供吊架拉拔试验记录报告，在监理工程师许可后，方可进行后续的射流风机安装。对于远期需要安装射流风机的预埋件及吊架的载荷拉拔试验要求，也应和近期需要安装射流风机预埋件的载荷拉拔试验要求相同。

供货商(制造厂商)应协助安装承包人完成风机安装基础承载力的检查及风机安装的现场指导。

（7）现场测试和完工测试

风机安装前，首先应对安装吊架与预埋件进行荷载拉拔试验，检验风机安装吊架与预埋件连接是否可靠、无缺陷。

风机安装好后，应进行现场试验，以验证风机在各种运转方式下的可靠性。每台风机的功能试验应验证风机的各种运转方式。安装好的风机电机应进行试验，验证它无不合格的振动水平，不产生风机运转预料不到的任何噪声，拖动功率不超过规定值。风机连续运转至少1小时，然后按监理工程师核准的意见进行风机试验。

应测试电机的启动电流、运行电流和功率。电机的额定电流应在允许范围之内。

射流风机应当在各种控制模式下进行运转，以验证其是否符合设计要求。

承包人应试验和调整各空气入口和出口，使其偏离设计要求在±10%范围内。竣工试验包括沿隧道纵向至少4个位置上的4次烟雾试验，验证隧道通风系统实际排烟换气能力，该试验选择的位置应经监理工程师审核通过。

全射流纵向通风系统试验应当包括最少两个位置（分别距隧道出、入口一定距离）上测量隧道内空气流量，以证实其符合规范、图纸和有关标准的要求。进行上述试验时，应采用本地手控、遥控、全自动控制的不同方式交替进行，以此验证在各种控制方式下，风机运转和整个系统的可靠性。

系统试验若出现问题，承包人应负责检查修复，并重新进行试验，直到符合规范、图纸和有关标准要求并使发包人满意。

## 6、射流风机现场启动箱和风机配电箱

6.1风机现场启动箱

包含提供射流风机现场启动箱的设计、制造、安装、试验、调试及运行等作业。射流风机现场启动箱工程范围主要包括：

30kW单向可逆式射流风机现场启动箱。

射流风机现场启动箱用于在隧道内射流风机安装位置对该组射流风机进行控制，两台风机可实现顺序启动、停止、正反转。射流风机现场启动箱配置的元件应能够满足变电所和现场控制切换、实现启动、停止和正反转的相关要求。

（1）构造与组成

射流风机现场启动箱包括箱体、按钮、指示灯、控制线缆等随机备品配件以及基础支座等。

（2）随机资料

文件目录

一次方案系统图

一次系统组合方案图

外型尺寸图

设备布置图

电气原理图

接线图

开关柜安装图

设备材料清单

推荐的操作备品备件清单

安装，操作和维修手册

技术参数文件

试验报告和试验证书。

（3）技术要求

启动箱体能够承受隧道的恶劣环境保证电器元件的正常工作，柜体防护等级应达到IP55。

射流风机控制本地控制优先级高于远程控制优先级。

（4）性能参数

射流风机现场启动箱性能参数如下：

射流风机现场启动箱性能参数表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 性 能 参 数 | 参数值 | 附 注 |
| 01 | 防护等级 | IP55 | 风机启动箱IP55 |
| 02 | 环境要求 | 温度-5℃~40℃，相对湿度最高100% | 100%相对湿度情况下无冷凝 |
| 03 | 防腐要求 | 不锈钢304  |  |

6.2风机配电箱

射流风机配电箱门框用30X30X3角铁制作，门扇采用铝合金制作。门框表面采用喷塑工艺，以铝合金固定钉安装。风机控制箱洞门外表喷（涂）防锈漆。

射流风机配电箱1控3。

## 7、隧道轴流风机

### 7.1隧道轴流风机的构造

轴流风机通风系统部件应包括轴流风机主体、与风机配套的与风机配套的风阀、消声器、风机悬挂件、减震器、风机状态监测接口、消声器、方圆连接、软连接、防护网、扩散器、集流器、风闻及软启动柜等附件、地脚螺栓、连接螺栓、安装支座（基础）等。

### 7.2 隧道轴流风机的总体要求

7.2.1 隧道轴流风机设计要求

1）、风机的设计寿命应大于二十年，满足二十年内不同工况的使用要求；风机应采用国内外著名品牌；投标人应按照设计根据所提供的产品，对风机房的通风系统进行布置，并明确标出所提供的设备（包括与与风机配套的风阀、消声器、风机悬挂件、减震器、风机状态监测接口、消声器、方圆连接、软连接、防护网、扩散器、集流器、风阀及软启动柜、安装支座（基础）的数量、结构尺寸。）

2）、风机为静叶可调设计，单向运转，不考虑风机正、反转；

3）、该风机采用直接传动方式；

4）、风机静止时，风机的叶片角度应可以进行调节和控制，以调整风机的风压、风量，满足各种工况要求。风机叶片的实际角度应显示出来；

5）、风机的叶毂上应有限位装置，用以防止电机过载；

6）、风机在额定风量条件下工作时，其效率不应低于80%；

7）、在风机静止时，风机设计应具有需风量可调的特性；

8）、风机具有较高的效率并且节能；

9）、要求风机处于较高的设计、制造的技术水平；

10）、叶片为铸铝合金材料制作，壳体采用热镀锌，镀锌量大于 600g/m2。

11）、全部风机旋转部件应进行静平衡和动平衡试验和调整，以减少风机运转时的振动，降低噪声，提高机械效率；

12）、供货人提供的轴流风机应满足隧道排风风机在紧急温度状态下，250℃连续运行60min的要求。

13）、具有最低耗的运行、维护和备件成本；

14）、轴流风机均为卧式安装；

15）、风机部件上应设有用于现场安装和拆卸的足够数量的吊耳；

16）、在满负荷工作时，风机及电机的轴承温升不得超过规定要求；

17）、供货人应根据不同年代的需要，考虑风机、电机的使用寿命、使用功能和使用效率，避免频繁更换、拆卸，以免造成浪费；

18）、供货人应根据风机房土建设计尺寸考虑风机安装、检修、维护、吊装、冷却系统等所需的空间要求；

19）、斜井口与轴流风机房联络风道采用钢板焊接，钢板具体结构和强度待轴流风机确定再行确认。

19）、轴流风机固定好后，风机的进出口与风机房进出风口连接采用钢质管道连接，具体情况根据现场实际尺寸现场加工制作，连接好后用膨胀螺栓固定、用混凝土封住，不允许漏风。

20）、所有轴流风机均应防喘振设计，设置有防喘振专用部件；

21）、所有轴流风机均应结合近期和远期不同运行工况综合考虑风机的性能技术参数和结构设计，并承诺能提供风机远期的技术服务。

7.2.2 电机

供货人应出具证明主风机电机满足本章及技术规范中其它部分提出的各种要求。

（1）、电机的设计、制造和试验应当按照下列标准的最新版本：

 GB/T 755-2019 《旋转电机 定额和性能》

 GB/T 1032-2012 《三相异步电动机试验方法》

 GB/T 10069.1-2006 转电机噪声测定方法及限值 第1部分：旋转电机噪声测定方法》

 GB 10069.3-2008 《旋转电机噪声测定方法及限值 第3部分: 噪声限值》

 GB/T 10068-2020 《轴中心高为56mm及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值》

国内没有相关标准的，应遵照国际领先的有关标准。如 GB、JB、AMCA和 BS标准中适用于本工程的有关标准。并在投标时明示所供产品所执行的标准。

（2）一般要求

1）应当按照要求，为轴流风机提供实现预期功能的电机，不考虑电机正、反转；

2）除另有规定外，轴流风机电机绝缘符合IEC34-1或IEC80以及中国、欧洲及美国的相关最新标准；

3）轴流风机电机应符合GB755，IEC34-9或中国、欧洲及美国的相关最新标准的要求；

4）噪声等级应满足GB755，IEC34-9或BS4999中的要求；

5）电机应能长期连续运转，在最大负荷下具有额定的转速；

6）电机性能应当充分满足风机及其有关电动设备在各种条件下运转的要求；

7）轴流风机启动电流不应超过满负载电流的5倍；

8）轴流风机配带电机在供电端电压为额定供电电压的80%, 频率在50±2Hz 范围时，电机能够驱动设备从静止到额定转速进行加速驱动，当外电压为额定电压的90～106%， 频率为50±2Hz范围时，所有电机应能在额定转矩载荷下连续运转。当电压为额定电压的80% 时，电机应能提供额定转矩30 秒钟而无有害过热，并且在此条件下电机的转差率应不超过10%；

9）除非另有防腐措施否则除轴承外，其余裸露在外的机内铜制零件都应采取先进的满足工况要求的防腐处理；

10）电机的设计应达到低轴电流（流过轴颈和轴瓦之间的有害祸流)，防止轴承被轴瓦电流烧伤；

11）电机的防护等级应不低于IP55；

12）滚动轴承应有防尘罩，应能有效地防止润滑时脏物和水分进入，投标人应推荐润滑油脂的牌号；

13）用不锈钢管材制作的润滑黄油嘴应伸出风机壳体之外。黄油嘴上应当有盖，有效防止脏物或水分进入。投标人应提供加油塞，可供给并限制实际进入轴承的油脂量，防止过量润滑；

14）在各种工况下，电机的功率因数不小于0.85，否则，应按技术规范中的有关条款规定提供适用的功率因数校正装置；

15）电机的铭牌功率应当是其实际的持续功率（额定功率）；

16）安装电机用各种钢结构，托架和构件都应当按有关规定进行镀锌或等效的防锈处理；

17）电机应为空气冷却式，能连续运转，能承受可变转矩；

18）轴流风机的电机应有防冷凝加热器。加热器接线端接在电气和机械方面与其它任何接线盒相独立的耐用连接盒中，防冷凝加热器接线盒应配有一块未钻孔的密封板，该板应与导线管端或电缆入口相配，当电机进入工作状态后，加热器应自动切断。

7.2.3 隧道轴流风机风道开关装置和挠性连接器

供货人应按照隧道主机房及风道口的实际条件设计、制造风道开关装置，要求有全开、全闭的功能。

（1）风道开关装置

1）风道开关装置是防止并联的主风机（轴流风机）及风道气流短路而设置的开关装置，要求有全开、全闭的功能；

2）风道开关装置应采用多页式风门；

3）多页式风门外壳应用大于或等于6mm厚的钢板焊接而成，进行必要的加强；

4）多页式风门采用法兰连接方式连接，外壳与法兰间应采用焊接；

5）多页式风门框架应使用模锻或碾压钢材；

6）多叶风门应为一组边杆件和叶片组成，关闭时不透风，性能良好；

7）在任何工作条件下，多叶风门的叶片启、闭应灵活，当风机在额定工况下工作时，多页式风门的杆件，叶片不会损坏；

8）多叶风门的叶片在启闭时应有可靠的锁定装置，使其定位不受风向、风量、风压的影响；

9）为防止泄漏，多叶风门与其设备连接处，应使用气密性的毡垫圈、氯丁橡胶或塑料密封片密封各处边缘；

10）每台多叶风门上应装上密封片的检修门，以便调整，更换杆件和叶片；

11）风门壳体的最低位置应设带密封盖的排水孔；

12）多叶风门上应设用于现场安装和拆卸用的足够数量的吊耳；

13）多叶风门应单独设置支座和基础；

14）多叶风门应由电机传动装置或液压传动装置进行操作，并能实现自动控制。同时应设有手动装置，以便在电机或液压装置发生故障时，可采用手动操作；

15）多叶风门的启闭时间为30 s，其误差应不大于5 s；

16）风阀的正常使用寿命应不低于20年。寿命期内，风阀应能保证良好的密闭性，启闭灵活可靠，严禁出现卡死、关不严、打不开及启闭时间延长等现象；风阀各零部件使用寿命亦不低于20年、不允许出现老化，影响性能；

17）风阀在250℃高温气流下、正常启闭工作时间应不小于1h；

18）风阀所采用的钢板、型材应符合有关标准规定，同时进行表面防锈和防腐处理；

19）由于不同厂家的轴流风机具体尺寸不同，因此，在确定了供货单位以后，应根据采购的轴流风机具体尺寸和安装空间进行二次设计。

（2）挠性连接装置

1）轴流风机与风道之间应用挠性连接器连接，以防振动传递到临近装置上，破坏建筑物；

2）挠性部件的两边都应用75 mm宽的镀锌钢板镶边；

3）挠性部分应采用玻璃纤维布，布的两边都涂以防火的氯丁橡胶涂层，能够在 100℃条件下连续工作，轴流排风机的挠性部分在250℃条件下工作长达60 min，轴流送风机的挠性部分在常温下工作；

4）挠性部分的宽度，根据安装处的条件，允许自由移动，但应无不必要的松驰；

5）挠性材料应满足有关防火规范的各种要求；

6）挠性连接器的纤维织物部分不得涂漆；

7）挠性连接器的安装应符合相应的管道施工标准。

7.2.4隧道轴流风机消声装置

（1）供货人应采用消声装置1D消声器，保证声压级距机壳1 m处不大于85 dB（A）。

（2）消声器结构

1）消声器及附件具有防潮、防腐、防火等特性；

2）金属外壳消声器内板采用穿孔铝合金板，导流部分面板同样采用铝合金板；

3）内装容重=32 kg/m3、纤维直径≤5.5 μm防潮长纤维离心法玻璃棉，外覆平纹无缄玻璃纤维布组成；

4）消声器连接牢固、无松动及虚焊现象，表面平整、无锈蚀；

5）消声片高度和长度采用标准规格，消声器金属外壳模数化分块，现场进行拼装；

6）消声器外壳、框架、底座、法兰及连接件均经优质防锈处理；

7）消声器正常工作环境条件下，无外界人为因素破坏，寿命至少20年。

（3）消声器安装

1）因隧道消声器体积较大，故采用模块化、模数化到现场用紧固件进行组装；

2）组装时，按从下到上，从外到内，外壳、顶板最后组装；

3）金属壳体式消声器与风机前后渐缩、渐扩管法兰连接，法兰现场钻孔，并加密封条，防止漏声现象；

4）组装过程中注意消声片及外壳，切勿让其受损伤，导致消声器使用寿命缩短或影响消声效果；

5）组装时，消声器与组合式风阀连接，两者间距应＞800 mm，且消声片立卧方向应与多叶风阀叶片立卧方向一致，以减少阻力损失；

6）片式消声器设置在砖砌支承台阶上，并预埋泄水管， 安装后应作封堵工作，以防噪声从旁路通道泄漏；

7）为便于消声器的维修，设计制作中需要留出维修人员通行道，土建风道内消声器中，有一片消声片可侧向平移，通道宽度＞40 cm，高度≥1.8 m，为便于推移，消声片下设有滑轮和滑道。

（4）消声器的拼装

1）消声片间的连接：为了保证消声片模块之间在地下工地安装方便，在消声片前缘底板上配钻连接孔，上下消声片经连接件相叠后，然后用抱箍及螺栓联接固定。

2）壳体间的连接：对于大型风机通过法兰联接的片式消声器，其壳体了通过模块化组合，用M10×25螺栓连成整体，在连接处中间加设4 mm厚橡胶条密封，防止漏风、漏声现象。

3）消声片与壳体的连接：将消声片定位于顶底板上，且消声片与消声片之间嵌有顶底消声片，整个安装定位准确，紧凑。

（5）消声器的安装质检事项：

1）消声器各部位拼装贴合紧密，贴合面部涂密封胶，不漏气；消声器外表面平整，没有明显的凹凸、划痕及锈蚀；方向正确，无损坏和受潮现象；

2）消声器内所用吸消声材料填实、厚薄均匀、无空隙、不脱落；

3）紧固消声器部件的螺钉分布均匀，接缝平整，无松动、脱落现象；

4）穿孔板平整、孔眼排列均匀、无尖角毛刺，孔板表面清洁，无污物或者锈痕，穿孔率P＝30%，孔眼光洁、排列均匀；

5）消声器外观油漆平整、美观、无漏、起泡、皱纹、剥落等缺陷；

6）各纵向段应相互平行，前缘外端应处于与气流方向垂直的同一平面内，且与中间连接板结合牢固；

7）金属壳体式消声器顶部、底部及消声器临近壁面的一边，皆应与结构壁面安装结合牢固可靠，在额定风量下不得出现松动或振颤现象。

7.2.5 其它要求

1、供货人必须提供配套电机、软启动器供货厂家的质量承诺书。

2、供货人必须逐台提供风机的性能曲线，承诺风机试验、检测的项目和方法。

3、供货人必须提供风机的设计方案，在联合设计时想建设业主进行陈述，以证明所提供设备的可靠和先进。

### 7.3 隧道轴流排风机技术要求

1、风机的设计应尽可能简单化，高效、安全可靠。

2、在-25度到+50度的温度范围内应对其性能进行担保。

3、一旦隧道内发生火灾，风机应能在250 ℃连续运行60 min。所有风机部件都须根据此温度进行设计。

4、风机表面的保护应设计为可以承受隧道环境气体。采用热镀锌，镀锌量大于 600g/m2。

5、供货人应提出叶片的设计形式以及节能方案。

6、叶轮为轴流型叶轮，在运转期间可调叶片。应能进入叶轮内部进行维护。

7、叶毂容室为全封闭设计，电机安装在叶毂容室。应能对安装在叶毂内的电机进行维护。

8、主电机应有外部冷却气体装置。冷却气体装置直接安装在风机主体上。新鲜风来源于送风风机。

9、要求减震器把从风机传到基础震动的90%进行隔离。

10、供货人应提出叶片端部的耐磨方案，以解决在紧急状况下端部可以保护叶片，避免叶片与风机壳体之间接触。

11、供货人应明确采用转动部件的平衡质量标准。

12、为确保风机站周围设备和人员的安全，风机应有隔热保护设施。

13、供货人应提供风机需监控的内容、接口及标准。

14、供货人应提供防喘振设计需监控的内容、接口及标准。

15、供货人应提供风机性能曲线。

16、风机功率为从主体入口到风道出口的总功率，并应包括其间的所有损失。

17、电机额定电压：380V/50 Hz；供货人应提出电机制造标准。

18、供货人应提供电机轴承寿命的承诺。

19、供货人应提供进行车间性能测试的标准。

20、供货人应提供进行现场性能测试的标准。

### 7.4 隧道轴流排风机技术参数

电源条件：380V±10% / 50Hz±0.5

风机效率、供风量、风机全压、风机功率：详见隧道轴流风机参数表；

电机绝缘等级：H；

电机防护等级：IP55；

声压级距机壳1m处：≤85 dB（A）；

耐热度：250℃连续运行60min（恢复后不需大修即可投入正常运转）；在环境温度为 250℃的情况下，整套风机设备满负荷运转 1 小时，不应出现机构、电气、或结构方面的故障。

电机启动方式：软启动；

传动方式：直接传动；

环境温度：（-25～+50）℃；

最大相对湿度：<95%；

轴流风机长度待选定厂家后根据消声器长度而定。

排风口耐高温电动密闭阀包含：1）对开密封风阀：外壳镀锌板；叶片镀锌板；2）3500×3500×250风阀座；3）电动执行机构：220V/50Hz

### 7.5 轴流风机技术指标

每隧道单台轴流风机的性能应满足隧道轴流风机参数表的要求。

**主要技术指标：**

Ø 卧式安装、单向无导叶、单级大型轴流风机 ；

Ø 轴流风机由内置式电动机驱动，风机安装采用 M 架支撑，M 架钢板的厚度不小于 10mm；

Ø 叶片为铸铝合金材料制作，壳体采用热镀锌，镀锌量大于600g/m2；

Ø 轴流风机要求在紧急情况下能够满足 250℃/1 小时运行的要求。

Ø 排风机：风量（m3/s）：180；风压：（Pa）1850；

Ø 叶轮直径（mm）：φ2600；电机功率（kW）：500；

Ø 效率：≥70% ；

Ø 电机绝缘等级：H 级 ；

Ø 电机防护等级： IP55 ；

Ø 电源条件：380V±10% / 50Hz±0.5 ；

Ø 在环境温度为 250℃的情况下，整套风机设备满负荷运转 1 小时，不应出现机构、电气、 或结构方面的故障；

Ø 导流叶片：镀锌钢板，厚度1.0mm（风道弯曲处，满足气流平顺要求，根据风道实际情况现场制作，含安装辅材）；

Ø 电动组合风阀：3.5m×3.5m，耐压值不低于2000Pa, 漏风量<200m3/h/m2,耐高温250°C /2h；

Ø 电动桁车：16吨、9米跨径、总功率39KW，包括轨道、型钢、钢板及螺栓等；

Ø 排风道防火卷帘门：甲级钢制复合型防火卷帘门；

Ø 排风口钢网门：Q235,热浸镀锌。

通风启动控制

轴流风机启动采取软启动方式：380V软启动方式。软启控制柜：采用电子软起动器，含断路器、 继电器、控制电缆等相关配件。

轴流风机采用并联运行方式，各风机的应严格按照下列启动顺序及启动程序运行，以确保系统运行的稳定性。一般开机步骤为：

（1）打开第一台风机的风阀，同时启动第一台风机，其它未启动的风机的风阀保持关闭。

（2）打开第二台风机的风阀，同时启动第二台风机，其它未启动的风机的风阀保持关闭。

### 7.6 安装与调试

1、安装

（1）轴流风机的安装、接线由轴流风机供货人协助GH-JDSD施工总承包人按照有关机械安装规范及GB50171-92等有关规范的要求进行，本合同供货人提供具体技术指导。

（2）安装前，GH-JDSD施工总承包人与监理工程师和业主代表对风机进行开箱外观检查，主要项目包括（但不限于）以下内容：

① 设备的种类、型号和规格与定货相符；

② 设备外观良好，无零部件损坏、锈蚀等现象。

③ 按照装箱单清点设备及附属材料，以及出厂合格证等技术文件，不得有缺漏错；如发现问题，应及时通报业主和制造商进行相应处理，检查完毕应做好开箱检查记录。

（3）轴流风机安装前，应对安装基础进行下列检查：

① 基础的外型及高度应满足设计及制造商提出的安装要求；

② 基础外型尺寸允许公差满足有关规范要求；

③ 地脚螺丝栓埋设数量，位置、型号满足安装要求；

④ 混凝土基础的质量达到安装的要求；

（4）轴流风机的安装与调整过程应严格按照有关机械设备的安装规范要求和步骤进行。

（5）轴流风机的配电和控制线应按照设计图以及GB50171、GB50168-92等技术规范的要求进行。

（6）风机所有用电设备、控制柜及金属构件等均应做良好的接地，以保护人身安全，其接地电阻不大于10欧姆。

（7）轴流风机安装完工后，应进行以下项目（但不限于以下项目）的机械完工检查：

① 风机安装位置正确，各连接面接触良好，连接件可靠、无松动；

② 各部件与其安装底座接触紧密。紧固件受力均匀；

③ 风机各部件纵、横向水平度的允许偏差达到有关规范要求；

④ 风机配电及控制回路接线正确可靠；

⑤ 电气设备及缆线绝缘良好，接地符合有关规范要求；

⑥ 风机控制屏位置正确，部件齐全、安装牢固、防护等级符合规范要求；

⑦ 控制屏（箱）开闭灵活、箱内接线整齐、回路编号齐全正确、预埋管与箱体连接处应有锁紧螺母；

⑧ 所有设备安装正确、无缺项、无杂物、运动部件润滑良好。

2、调试

供货人应提供系统测试报告及全套测试仪器、仪表、工具，经监理工程师批准后，进行现场测试，并提交测试结果。

3、其他要求详见“机电设备的安装和完工测试”、“调试和联合调试”具体规定。

### 7.7 测试

1、总则

（1）隧道射流风机应当进行类型试验、工厂验收试验、现场试验和竣工试验。

（2）供货人应提供进行各种试验时所需的各种试验设备和工具。

（3）各种试验的标准和试验方案应当提交监理工程师审批。

（4）各类试验日期均应提前30天通知监理工程师，以便监理工程师可以到场亲自见证试验；各类试验结果均应提交给监理工程师核准。

（5）风机工厂验收试验完成并获得监理工程师核准之前不应装运任何一台风机，否则供货人应承担可能被拒收的风险。

2、工厂验收试验

（1）工厂验收试验应按中华人民共和国国家标准或国际通用标准的最新版本进行，详见本技术规范的各条规定。

（2）承包人应提供风机进行过高温试验的证明材料，并能够证明当验整套风机组件符合本技术规范防火灾耐高温要求，并应把工厂高温试验的试验标准和证明材料提交监理工程师核准。

（3）风机制造期间，对风机的全部叶毂、叶轮以及叶毂与叶轮的连接都应进行射线探伤。

（4）风机应按照ISO 13350：1999的要求进行正向工作状态下的轴向推力试验。试验前应把风机轴推力试验标准提交监理工程师核准。

（5）风机转速试验数据与风机实际运用转速间的误差应当在5%以内。

（6）样机在厂内应进行定型试验，并获业主审核通过。

（7）如果供货人在本项目之前己进行过风机定型试验，供货人应将符合本技术规范要求的风机定型试验报告提交给业主，获得批准后才可以开始生产风机。

（8）制造期间风机叶轮组件应进行静动平衡试验，不平衡度应符合ZBJ72042-90 《通风机转子平衡》的有关规定。还应按JB/T6445-92《通风机叶轮超速试验》进行超速试验。

（9）供货人应提交用试验或某种经验认可的计算方法得出的结论，说明风机叶轮的固有频率不在风机正常防范范围内。

（10）风机试验按ISO13350：1999中相关规定对风机进行动力性能试验、噪声试验和耐高温试验，应经独立的第三方具备国家级资质检测机构认证。

3、现场试验和竣工试验

（1）轴流风机安装好后，应进行现场试验，以验证风机在各种运转方式下的可靠性。现场试验由供货方进行试验，费用应包含在投标价内。

（2）供货人应在试验前6周把计划试验的内容和程序提交业主审查批准。

（3）现场试验应按照业主批准的供货人计划试验的内容和程序进行。

（4）试验之前应对轴流风机的安装状况逐台进行自检，检验风机安装吊架与预埋件连接是否可靠、无缺陷，风机是否安装到正确的位置，电源接线是否妥当等。

（5）现场试验应进行如下试验（但不限于下列试验）

① 应逐台启动轴流风机，连续运转至少一小时，不产生风机正常运转以外的任何噪声，拖动功率不超过规定值。

② 电机的额定电流应在允许范围之内。

③ 轴流风机应当在各种控制模式下进行运转，以验证其是否符合设计要求。

④ 对风机全套组件应当在设计运转工况进行合格的倍频程声压级测量。对下列倍频带应当进行以分贝为单位（功率为10～12瓦特）的声功率测量：此外，还应提供A声级的噪音dB（A）。

|  |  |
| --- | --- |
| 频带编号 | 中心频率（Hz） |
| 1 | 63 |
| 2 | 125 |
| 3 | 250 |
| 4 | 500 |
| 5 | 1000 |
| 6 | 2000 |
| 7 | 4000 |
| 8 | 8000 |

（6）现场试验若出现问题，供货人应采取措施，保证招标认能按时正常使用，并负责修复，重新进行试验，直到符合规范、图纸和有关标准要求。

4、试验结果

（1）供货人应将各种试验和实测的详细试验报告等资料提交给业主审核批准。

（2）全部试验结果应采用国际单位制，例如空气密度为1.20 kg/m3。

（3）应当提供1套全部风机叶毂、叶片，叶毂与叶片的接合处的X-射线影片给监理工程师检验，认为有缺陷的风机应当用新的零件重新制造、装配。制造者应证明风机中没有缺陷，并把这些记录资料保存至少10年时间。

（4）供货人应提交厂家试验或某种经验认可的计算方法得出的结论，说明风机叶轮的固有频率不在风机正常转速范围内。风机径向和轴向这两个方向上的振动应当进行检验。

5、其他具体要求详见本章轴流风机“工厂测试与监造”、“机电设备的安装和完工测试”。

### 7.8备件

轴流风机供货人除应按合同中规定提供必备零部件外，还应该提供运行和维护设备所需的零备件及专用工具和测试设备。

## 8、低噪音柜式离心风机

1）风量：11700m/h；

2）功率：4.0kw；

3）全压/静压：424Pa/328Pa；

4）转速：700rpm；

5）噪音：63dB(A)；

6）重量：225kg；

7）风机效率：≥60%；

Ws：≤0.23（W/（m/h）)3

其余要求参照国标执行。

## 9、温控轴流风机

技术参数：

P=560Pa, L=6650m3/h, N=l.5kW。

70°C防火阀：800\*630mm,常开，70°C自动关闭，手动关闭，手动复位。

消声器：800\*500\*1000。

止回阀：630\*500mm。

采用机械通风，换气次数为每小时换气6次。

风管支吊架水平安装间距不超过3m。

其余要求参照国标执行。

## 10、巴水段风机营运和火灾状态下的控制要求

(1) 正常营运状态下的通风控制

隧道内要求设 CO 检测器、能见度检测器、风速风向器以及车辆检测器，根据检测值自动 进行通风控制。当隧道内发生堵塞时，应充分利用隧道监控系统，加强引导，控制阻滞段长度

不超过1km, 营运状态下各隧道控制指标应满足各隧道通风标准。

(2)发生火灾时的通风控制

当隧道内发生火灾时，隧道监控中心必须立即禁止洞外车辆入洞；同时开启隧道内的风机 通风，通风以控制洞内火灾烟雾流向并将之有效排出洞外为主要目的，并且通风控制系统应与 照明控制系统、火灾报警与消防系统、交通监控系统、中央控制系统等实现联动。在安全疏散 阶段，开启起火点上游区域的所有车行横洞及人行横洞，调整射流风机的开启数量，控制洞内 风速在2～3m/s 左右，阻止烟雾形成逆流，保证起火点上游区域处于安全无烟状态，起火点上 游的车辆应停止前进，车上人员通过横通道及隧道行车进口疏散逃生；起火点下游的车辆继续 前进，以正常行车速度通过出口逃离隧道，起火点下游的所有车行横洞及人行横洞门应该关闭， 防止烟雾通过横通道扩散至另一侧隧道污染。当人员全部逃离火灾隧道后为消防救援阶段，开 启所有排烟风机并保持正转，以利于消防救援队从起火点上游灭火，同时使火灾烟雾尽快通过隧道出口排出洞外。

隧道通风在隧道变电所内设置有自动控制和手动控制装置，同时在风机安装现场设置有风 机现场控制箱，发生火灾时，风机现场控制箱的控制指令优先级别最高。当隧道发生火灾时， 无论原来风机处于何种状态，均可由风机现场控制箱进行现场控制，火灾完毕，可恢复原有控制方式。

## 11、巴水段瓦斯隧道风机日常运营时的控制要求

永兴、槐园、姜家、白沙、分水均为低瓦斯隧道。瓦斯隧道运营期间，应根据瓦斯浓度监测值进行通风管理，当隧道内瓦斯浓度≥0.25%且<0.5%时应开启风机，隧道各断面处(包括紧急停车带、特殊景观加宽带)通风风速不应小于1m/s; 瓦斯浓度≥0.5%时应禁止通行，同时开启全部风机，查明原因并通知土建单位进行处理，处理完成后，隧道内任一处瓦斯浓度不应大于0.25%。

## 12、白云山风机启动及控制要求

### 12.1. 通风控制方式

隧道通风采用自动控制方式，并用手动控制方式辅助。

手动控制方式考虑联动控制与单独控制。

联动控制为预先确定风量档次，通过单手操纵风量各档次按钮，使射流风机联动出此控制风量的控制方式。

单独控制为通过人工对每台风机的启、停单独实施控制的控制方式。

手动控制可以通过人手工操作软件人机界面，由控制系统发出控制信号的方式进行；还可通 过手工操作隧道内风机配电箱上按钮进行。前二者可实施联动控制和单独控制，后者只能实施就

地控制，其主要功能为提供检修后就地测试风机运转情况的手段。

射流风机采用直接启动，配电回路设置可逆接触器组进行风机的正、反转控制，控制线缆接入变电所内本地控制器，执行隧道监控所的控制指令。

### 12.2. 通风控制方法

通风控制方法考虑采用直接控制法、间接控制法和程序控制法相结合的方案。直接控制法： 通过分布在隧道内各点的烟雾透过率传感器和一氧化碳浓度传感器，直接检测隧道内烟雾浓度和CO 浓度值，经计算处理后，给出控制信号，控制风机运转。

间接控制法：根据进入隧道前区段的交通量信息及洞内车辆检测器检测信息，实时了解隧道内交通量、行车速度、车型构成等，分析并计算出车辆烟雾和CO 排放量，实施风量控制。程序控制法：不考虑VI 、CO 浓度及交通量的实际变化情况，而是根据经验，按时间区段估计交通量及其相应所谓烟雾和CO 排放量，按预定程序控制风机运转。射流风机在变电所低压柜内由监控系统设置的PLC 集中控制。轴流风机控制由监控系统在风机房内设置PLC 完成。射流风机现场可实现正反转控制，现场配有手操箱。射流风机启动采用直接启动。隧道射流风机电缆采用WDZB-YJY 型电缆，控制电缆采用WDZB-KYJYP 型，防灾风机电缆采 用 WDZBN-YJY 型电缆。隧道射流风机和轴流风机采用放射式供电方式，一台风机配置一根线缆，

从变电所馈出的主电缆直接至隧道射流风机和轴流风机。在每组射流风机位置和每台轴流风机位置设置现场启动箱。

### 12.3. 正常营运工况的通风控制流程

在正常营运工况时，其通风控制方式一般设定在自动控制方式。系统自动记录每台当前未投入运行的风机的当前停运时间(从最近一次停止运转到当前时间为止的时间间隔)和每台当前正投 入运行的风机的当前运行时间(从最近一次启动到当前时间为止的时间间隔)。当系统判定需新启动部分风机进行通风时，系统优先启动当前停运时间最长的风机；当系统应停运部分风机时，系统优先停止当前运行时间最长的风机。

通风控制方式也可以设定在手动控制方式。此时系统仍然对是否新启动风机进行通风，以及 是否应停运部分风机进行判定，但并不自动完成起、停动作，而是以声光手段提醒操作人员，并提出推荐动作。

射流风机宜成组启动，当一次需要运行多组射流风机时，应采用延时启动，每台(组)风机采用间隔启动，时间间隔不小于 30 s, 避免同时启动对供电设备的冲击过大。

### 12.4. 火灾工况的通风控制流程

当隧道内发生火灾时，火灾前方的车辆以正常车速迅速驶出隧道；安全疏散阶段，通过设置的射流风机将洞内风速控制在 1.5 m/s。灭火救援阶段，通过设置的 射流风机数量，将洞内风速控制在不小于 3.0 m/s, 使火灾烟尘从隧道行车方向出口排出，从而保证火灾后方的车辆处于安全状态。

隧道在火灾工况时应采用手动控制的通风方式，如果其通风控制方式原设定在自动控制方式，系统应自动切换到手动控制方式。