

中国工程建设标准化协会标准（CECS G）

公路隧道施工环境检测及评价技术规程
（征求意见稿）

目录

1 总则	- 1 -
2 术语	- 2 -
3 基本规定	- 3 -
4 气体浓度检测及评价	- 4 -
4.1 一般规定	- 4 -
4.2 检测仪器设备	- 5 -
4.3 现场检测	- 6 -
4.4 气体浓度评价	- 10 -
5 粉尘浓度检测及评价	- 11 -
5.1 一般规定	- 11 -
5.2 检测仪器设备	- 12 -
5.3 粉尘浓度检测	- 12 -
5.4 粉尘浓度评价	- 14 -
6 噪声检测及评价	- 15 -
6.1 一般规定	- 15 -
6.2 检测仪器设备	- 15 -
6.3 现场检测	- 16 -
6.4 噪声评价	- 16 -
7 隧道底板照度检测及评价	- 16 -
7.1 一般规定	- 17 -
7.2 检测仪器设备	- 17 -
7.3 现场检测	- 17 -
7.4 路面照度评定	- 17 -
8 风速、温度、湿度检测及评价	- 18 -
8.1 一般规定	- 18 -
8.2 检测仪器设备	- 18 -
8.3 现场检测	- 19 -
8.4 风速、温度及湿度评价	- 20 -

附录 A	在建公路隧道施工作业环境粉尘容许浓度	- 23 -
附录 B	瓦斯自动监测系统	- 26 -
附录 C	粉尘浓度检测记录表	- 30 -
附录 D	粉尘浓度快速检测记录表	- 31 -
附录 E	隧道噪声检测记录表	- 32 -
附录 F	路面照度测试表	- 33 -
附录 G	施工阶段隧道风速、温度和湿度检测记录表	- 34 -
附录 H	测尘仪器设备的维护、校准和鉴定	- 35 -

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为指导和规范在建公路隧道环境检测，评价掌握隧道施工环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于在建公路隧道。

1.0.3 在建公路隧道环境检测应结合隧道施工特点，遵循“数据准确、评价客观、技术先进、经济合理”的原则。

1.0.4 在建公路隧道环境检测，应贯彻国家相关技术经济政策，积极稳妥地采用新方法、新设备、先进软件。

1.0.5 在建公路隧道环境检测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。

条文说明

以下是部分相关标准的现行版本，使用时需确认其有效性：

- (1) 《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》(GBZ 159-2004)
- (2) 《工作场所空气中粉尘测定 第1部分：总粉尘浓度》(GBZ/T 192.1-2007)
- (3) 《工作场所空气中粉尘测定 第2部分：呼吸性粉尘浓度》(GBZ/T 192.2-2007)
- (4) 《工作场所空气中粉尘测定 第3部分：粉尘分散度》(GBZ/T 192.3-2007)
- (5) 《工作场所空气中粉尘测定 第4部分：游离二氧化硅含量》(GBZ/T 192.4-2007)
- (6) 《工作场所空气中粉尘测定 第5部分：石棉纤维浓度》(GBZ/T 192.5-2007)
- (7) 《工作场所空气中粉尘测定 第6部分：超细颗粒和细颗粒总数量浓度》(GBZ/T 192.6-2018)
- (8) 《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660-2020)
- (9) 《公路瓦斯隧道设计与施工技术规范》(JTG/T 3374-2020)
- (10) 《公路水运试验检测数据报告编制导则》(JT/T 828-2019)
- (11) 《电声学声校准器》(GB/T 15173-2010)

(12)《隧道环境检测设备 第4部分：风速风向检测器》(GB/T 26944.4-2011)

(13)《密闭空间直读式仪器气体检测规范》(GBZ/T 206-2007)

(14)《亮度计检定规程》(JJG 211-2021)

(15)《光照度计检定规程》(JJG 245-2005)

2 术语

2.0.1 风速 wind speed

空间特定点周围气体微团在单位时间内水平面上的移动距离。

2.0.2 风向 wind direction

空间特定点周围气体微团在水平面上的移动方向。

2.0.3 启动风速 starting wind speed

风速风向检测器有示值显示时的最低风速。

2.0.4 总尘 Total dust

总粉尘的简称，指可以进入人体整个呼吸道系统的粉尘，包括进入人体鼻腔、咽喉、气管、支气管以及肺泡内的粉尘。

2.0.5 呼尘 Calling dust

呼吸性粉尘的简称，指可进入人体肺泡的粉尘。空气动力学直径均在 $7.07\mu\text{m}$ 以下的粉尘粒子，空气动力学直径 $5\mu\text{m}$ 粉尘粒子的采样效率为50%。

2.0.6 粉尘浓度 smoke concentration

空气中单位体积内所含粉尘的质量。

2.0.7 标准气体 Standard Gas

标准气体主要用于校准检测仪器，其浓度值需通过计量认证机构的认证，确保其量值可溯源至国际或国家基准。

2.0.8 A 声级 A-weighted Sound Pressure Level

用A计权网络测得的声压级，用 L_A 表示，单位dB(A)。

2.0.9 等效连续 A 声级 Equivalent Continuous A-weighted Sound Pressure Level

在规定测量时间 T 内A声级的能量平均值，简称为等效声级，用 $L_{Aeq,T}$ 表示（简写为 L_{eq} ），单位dB(A)。

2.0.10 有害气体 Harmful Gases

广义泛指所有有毒/危险气体。

2.0.11 气体浓度 Gas Concentration

气体在介质中的含量。

2.0.12 气体密度 Gas Density

单位体积气体质量。

3 基本规定

3.0.1 在建公路隧道环境检测工作应包括资料收集、编制检测方案、现场检测及成果分析等，如下图 3.1 所示。

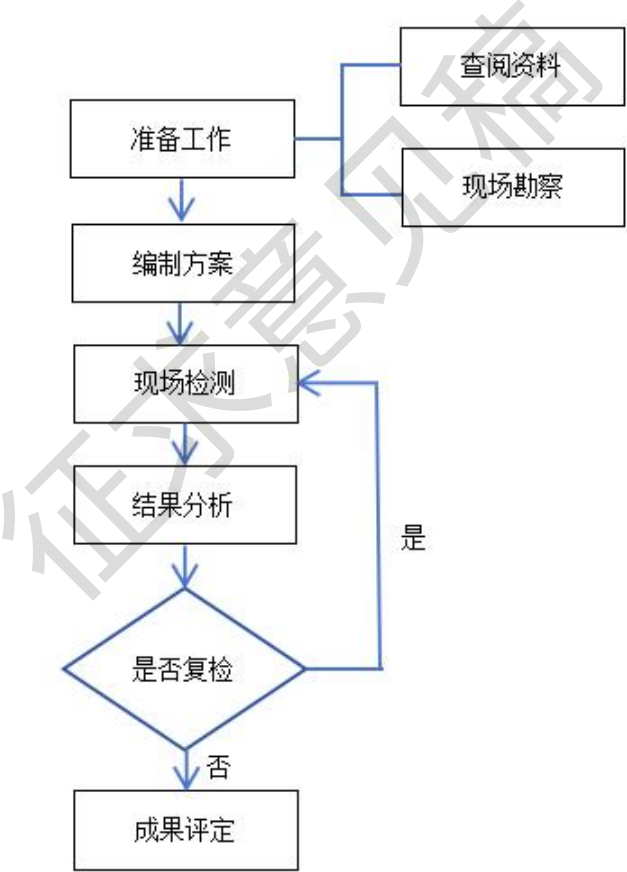


图 3.0.1 公路隧道施工环境现场检测一般程序图

3.0.2 在建公路隧道环境检测宜包括隧道施工期间洞内有害气体浓度检测、粉尘浓度检测、噪声检测、运输硬化道面地坪照度检测、风速检测、温湿度检测，以及环境特殊指标检测等。

条文说明

隧道地坪指隧道内已硬化底板，开挖底板，台阶开挖底板。特殊环境指标指：放射性、氡气。

3.0.3 在建公路隧道环境检测应由取得相应资质的试验检测机构组织取得检测资质证书的人员实施。

条文说明

检测资质证书的检测人员是指持有交通运输主管部门颁发的公路水运工程试验检测师（或助理检测工程师）桥梁隧道工程专业人员。

3.0.4 检测机构组织实施人员不得不少于2人。

3.0.5 在建公路隧道环境检验检测机构提交的检测方案经业主或主管部门审批。

3.0.6 检测报告应符合 JT/T 828《公路水运试验检测数据报告编制导则》的相关要求。

3.0.7 较长时间停工、停风的施工隧道、独头通道、设备洞、风机房、竖井等，工作人员进入前，应对有毒气体进行检测。

4 气体浓度检测及评价

4.1 一般规定

4.1.1 在建公路隧道气体浓度检测，应包括氧气(O_2)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO_2)、氮氧化物(NO_x)、硫化氢(H_2S)、瓦斯(CH_4)等有害气体含量。

条文说明

隧道施工环境中可能存在多种有毒有害气体，不同的地层赋存的有害气体种类可能不同，通过动态监测控制作业环境风险，可以保障施工人员健康及工程安全。

4.1.2 在建公路隧道应根据隧道断面大小、隧道长度、施工作业区域分布等，分区域进行气体浓度检测。检测区域应分为掌子面施工检测区域、仰拱施工检测区域、二次衬砌施工检测区域、横通道检测区域、隧道回风段检测区域。

条文说明

本条文的制定基于气体扩散规律与工程实践经验，旨在通过科学分区与精准布点，实现隧道施工气体风险的全过程管控。掌子面、仰拱施工段，瓦斯、CO等气体释放集中，风险最高，需重点检测，二衬施工段、施工横通道通风条

件差，气体容易局部积聚，隧道二衬已成型回风段在通风不畅的情况下可能存在风流停滞区，不利于气体扩散。横通道检测区域包括施工过程检测和建成后的检测。

4.1.3 各检测区域应根据工程规模，布置满足检查要求的检测断面和检测点。

4.1.4 在有瓦斯等爆炸性气体环境中开展检测工作的检测设备应具有防爆功能。

条文说明

防爆设备通过抑制引燃源，可将爆炸风险降低90%以上，保障作业人员安全。在检测爆炸性气体浓度如甲烷(CH_4)时，检测设备要求具有防爆功能。

4.1.5 其它气体的人工检测设备不具备防爆功能时，应随时检测爆炸性气体浓度，浓度超标严禁使用非防爆设备。

4.1.6 应根据现场调查及资料分析成果判断隧道内可能存在的有毒有害气体的种类、浓度范围及其释放源。

4.1.7 在建隧道施工气体浓度检测宜按照测氧气→瓦斯→硫化氢→一氧化碳→一氧化氮→二氧化氮→二氧化硫→二氧化碳的顺序开展，对于存在毒性较高的气体时，应先测有毒气体。

4.2 检测仪器设备

4.2.1 氧气浓度检测可采用电化学式测氧仪。

4.2.2 二氧化碳浓度检测可采用二氧化碳气体检测仪、便携式泵吸红外二氧化碳测定仪。

4.2.3 一氧化碳浓度检测可采用一氧化碳检测仪。

4.2.4 一氧化氮、二氧化氮气体浓度可采用电化学式有毒气体检测仪或气体检测管。

4.2.5 硫化氢浓度检测可采用检知管法、醋酸铅试纸法和硫化氢传感器法。

4.2.6 二氧化硫浓度检测可采用二氧化硫检测仪、紫外吸收法二氧化硫测定仪。

4.2.7 瓦斯浓度检测可采用光干涉式甲烷测定器、便携式甲烷检测报警仪、甲烷自动监测传感器。

4.2.8 隧道瓦斯自动监测应符合《公路瓦斯隧道设计与施工技术规范》JTG/T

3374 的规定，并应符合下列规定：

- 1 具有断电、馈电状态监测和报警功能，显示、存储和打印报表功能。
- 2 应能实时监测瓦斯浓度，洞内风速。
- 3 可对主要风机实现风电闭锁功能，其他设备实现甲烷电闭锁。
- 4 切断电源后，监控报警系统仍可正常工作。

4.2.9 采用集成式多参数气体浓度检测传感器及自动化在线监测系统时，系统应具备实时数据传输、超限报警、数据存储与分析功能。

条文说明

集成式多参数气体浓度检测传感器及自动化在线监测系统，能实现对甲烷（CH₄）、一氧化碳（CO）、氧气（O₂）、硫化氢（H₂S）、二氧化氮（NO₂）等有害气体的 24 小时连续监测，替代传统单一气体检测设备，减少人工操作频次及人为误差。本条旨在推动隧道施工气体监测从“人工间断检测”向“智能连续监测”转型，通过集成传感技术提升监测效率与精度，降低人为误差，保障施工安全。

4.2.10 气体浓度检测传感器应定期进行校准。

条文说明

采用载体催化元件的传感器应定期使用标准气体进行校准，保证检测结果的准确性。

4.3 现场检测

4.3.1 每次检测时的通气时间应大于仪器响应时间，两次检测的间隔时间应大于仪器恢复时间。

4.3.2 检测断面的测点布置应符合下列规定：

- 1 同一检测断面两个检测点之间的距离不宜超过 8m。
- 2 两车道隧道应设上、中、下各 1 组测点，每组测点不应少于 3 个；上下组测点距隧道顶部或底部的距离不应大于 1m，三车道及以上隧道每车道应增设 1 个检测点。
- 3 设置检测点应考虑有毒有害气体的密度，比空气密度大或小的气体，应分别在隧道底部或顶部每车道增设 1 个检测点。
- 4 检测点应避免设置在隧道的开口通风处，应深入隧道开口通风处 20m 以上，以避免外部气流和内部对流对检测结果产生影响。
- 5 在有毒有害气体的释放源或空间的死角、拐角部位应增设不少于 1 个检

测点。

条文说明

本条文的制定旨在通过科学布点与动态监测，降低隧道气体中毒、爆炸风险，保障作业人员安全与工程进度。

4.3.3 氧气、一氧化氮、二氧化氮、二氧化碳和二氧化硫等气体浓度检测采用直读式检测仪进行检测时，应符合下表 4.3.3 规定。

表 4.3.3 直读式检测仪的检测范围、分辨率和检测误差

直读式仪器	检测范围	分辨率	检测误差
氧气检测仪	0%~30% (VoL: 体积百分含量)	≤0.7% (VoL)	≤0.7% (VoL)
有毒气体检测仪	下限≤0.5倍容许浓度 上限≥5倍容许浓度	≤1×10 ⁻⁶	≤±10%
气体检测管 (检气管)	下限≤0.5倍容许浓度 上限≥5倍容许浓度	—	≤±10%

注：容许浓度指最高容许浓度（MAC）或短时间接触容许浓度（PC-STEL）或超限倍数

4.3.4 氧气、一氧化氮、二氧化氮、二氧化碳和二氧化硫等气体浓度检测现场采样和测定方式可参照《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》GBZ 159 执行。

4.3.5 一氧化碳浓度检测采用一氧化碳检测仪时，测量误差应符合表 4.3.5 规定。

表 4.3.5 一氧化碳检测仪测量误差

测量范围 (×10 ⁻⁶)	基本误差 (绝对误差)
0~10	±1
10~50	±2
>50	±5

4.3.6 一氧化碳浓度检测取样可采用不分光红外线气体分析仪或气相色谱法，测定方式应符合《公共场所卫生检验方法 第 2 部分：化学污染物》GB/T 18204.2 的规定。

4.3.7 硫化氢浓度检测采用检知管法检测时，应现场抽取 100mL 含硫化氢的气体，并应在 60s 内注入检知管，通过管内硅胶柱变色长度与标准尺比较，求

得硫化氢的体积分数。

4.3.8 硫化氢浓度检测采用醋酸铅试纸法检测时，应将醋酸铅试纸与硫化氢反应生成褐色硫化铅，与标准色板对比求得硫化氢的体积分数。

4.3.9 硫化氢浓度检测采用硫化氢传感器检测时，硫化氢传感器宜安装在离硫化氢气体易泄漏或聚积地点 1m 范围内，并可与便携式或固定式检测仪配合使用。

4.3.10 硫化氢浓度检测采用固定式检测仪时，固定式检测仪应能满足连续自动监测工作要求。

4.3.11 瓦斯浓度检测方式应符合下列规定：

1 高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区应采用自动监测系统与人工检测相结合的方式，自动监测的探头宜采用双探头。

2 低瓦斯工区宜采用自动监测系统与人工检测相结合的方式。

3 微瓦斯工区应采用人工检测方式，可根据现场实际，增加其他方式检测。

条文说明

微～高瓦斯地层或瓦斯工区类别的判定指标为隧道内绝对瓦斯涌出量，判定指标见表 4.3.11。

表 4.3.11 瓦斯地层或瓦斯工区绝对瓦斯涌出量判定指标

瓦斯地层或瓦斯工区类别	绝对瓦斯涌出量 Q_{CH_4} (m^3/min)
非瓦斯	0
微瓦斯	$0 < Q_{CH_4} < 1.0$
低瓦斯	$1.0 \leq Q_{CH_4} < 3.0$
高瓦斯	$3.0 \leq Q_{CH_4}$

4.3.12 瓦斯检测仪器、仪表应定期检测、调试、校正。

4.3.13 洞内班组长、特殊工种等人员进入瓦斯工区应配备便携式甲烷检测报警仪。

4.3.14 停工封闭的瓦斯隧道复工前必须进行全面的瓦斯浓度检测。

条文说明

隧道复工前进行全面的瓦斯浓度检测，包括：瓦斯易积聚且风流不易到达的区域，当工区瓦斯浓度降到 0.5% 以下方可恢复隧道施工作业。

4.3.15 人工瓦斯检测地点应包括：

- 1 隧道内掌子面、仰拱及二次衬砌等作业面。
- 2 爆破地点附近 20m 内风流中。
- 3 拱顶、脚手架顶、台车顶、塌腔区、断面变化处、联络通道及预留洞室等风流不易到达、瓦斯易发生积聚处。
- 4 过煤层、断层破碎带、裂隙带及瓦斯异常涌出点。
- 5 局部通风机、电机、变压器、电气开关附近、电缆接头等隧道内可能产生火源的地点。
- 6 隧道开挖地段可按检测断面布置测点，每个检测断面不宜少于六个测点。

条文说明

瓦斯隧道开挖地段瓦斯气体释放集中，风险最高，需重点检测，应重点在隧道风流的上部即拱顶部位进行，测点位置布置见图 4-1。

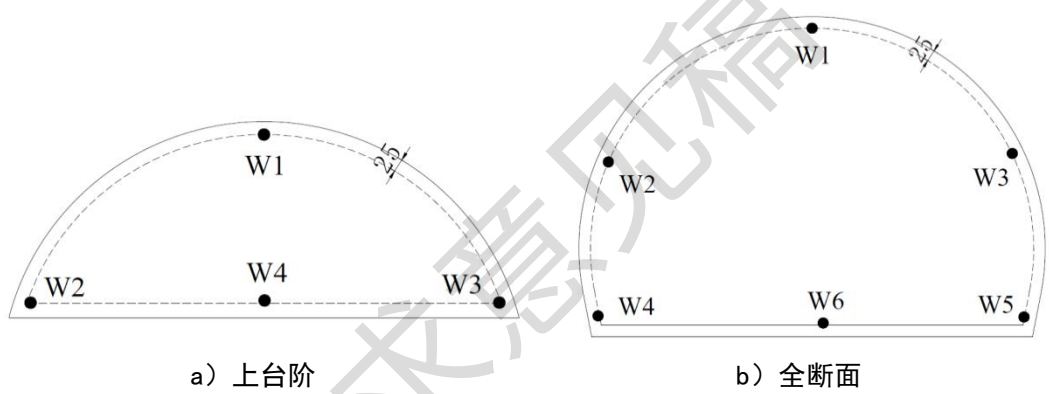


图 4.3.15 瓦斯检测断面测点示意图

4.3.16 按检测断面布置测点进行检测时，每个测点处的瓦斯浓度应连续检测 3 次，计算平均值，取各测点的最大值作为该断面的瓦斯浓度。

4.3.17 人工瓦斯检测频率应符合表 4.3.17 规定。

表 4.3.17 人工瓦斯检测频率

检测项目	检测频率
微瓦斯工区	不应少于1次/4h
低瓦斯工区、高瓦斯工区	不应少于1次/2h
高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区的开挖工作面及瓦斯涌出量较大、变化异常区域	提高瓦斯浓度检测频率
瓦斯浓度低于0.5%时	每0.5~1h检测一次
瓦斯浓度高于0.5%时	随时检测

进行钻孔作业、塌腔及采空区处治和焊接动火、 切割时	随时检测
超前水平钻孔	随时检测

4.4 气体浓度评价

4.4.1 时间加权平均容许浓度（PC-TWA）应按公式（4.4.1）计算：

$$PC-TWA = \frac{C}{F \cdot t_1} \quad (4.4.1)$$

式中：

PC-TWA—8h 时间加权平均容许浓度（mg/m³）；

C—规定时间内测得的有毒有害气体质量（mg）；

F—采样流量（m³/min）；

t₁—480（min）。

4.4.2 短时间接触容许浓度（PC-STEL）应按公式（4.4.2）计算：

$$PC-STEL = \frac{C}{F \cdot t_2} \quad (4.4.2)$$

式中：

PC-STEL—短短时间接触容许浓度（mg/m³）；

C—规定时间内测得的有毒有害气体质量（mg）；

F—采样流量（m³/min）；

t₂—15（min）。

4.4.3 气体浓度评价标准应依据表 4.4.3-1 选取。

表 4.4.3-1 气体浓度评价标准

气体名称	评价标准
氧气	空气中的氧气含量最低容许浓度：19.5%
二氧化碳	PC-TWA容许浓度：9000mg/m ³ ， PC-STEL容许浓度：18000mg/m ³
一氧化碳	非高原地区，PC-TWA容许浓度：20mg/m ³ ， 非高原地区，PC-STEL容许浓度：30mg/m ³ ， 海拔2000-3000m，MAC容许浓度20mg/m ³ ， 海拔>3000m，MAC容许浓度15mg/m ³

一氧化氮	PC-TWA容许浓度: 5mg/m ³
二氧化氮	PC-TWA容许浓度: 5mg/m ³ , PC-STEL容许浓度: 10mg/m ³
二氧化硫	PC-TWA容许浓度: 5mg/m ³ , PC-STEL容许浓度: 10mg/m ³
硫化氢	MAC容许浓度: 10mg/m ³
瓦斯	1) 隧道内瓦斯日常管理限制浓度见表4.4.3-2; 2) 隧道交(竣)工验收时, 隧道内任一处(包括隧道主洞、辅助通道、横通道、预留洞室、电缆沟等)瓦斯浓度不应大于0.25%。

表 4. 4. 3-2 隧道内瓦斯浓度标准

序号	工区	地点	限值
1	微瓦斯工区	任意处	0.25%
2	低瓦斯工区	任意处	0.5%
3	高瓦斯工区和煤(岩)与瓦斯突出工区	瓦斯易积聚处	1.0%
4		开挖工作面风流中	1.0%
5		回风巷或工作面回风流中	1.0%
6		放炮地点附近 20m 风流中	1.0%
7		煤层放炮后工作面风流中	1.0%
8		局扇及电气开关 10m 范围内	0.5%
9		电动机及开关附近 20m 范围内	1.0%

4.4.4 根据气体浓度的危险程度应将气体浓度分为三级。

- 1 I 级(危险): 单一气体浓度达到或超过最高允许浓度。
- 2 II 级(预警): 单一气体浓度达到或超过允许限值但未达到最高允许浓度。
- 3 III 级(安全): 有毒有害气体浓度低于允许浓度。

条文说明

气体浓度为 I 级时, 要立即停止施工, 并启动应急预案; 气体浓度为 II 级时, 需加强监测并加强通风; 气体浓度为 III 级时, 正常施工。

5 粉尘浓度检测及评价

5.1 一般规定

5.1.1 施工公路隧道粉尘浓度检测，可包括：岩石粉尘、煤尘、膨润土粉尘、水泥粉尘、电焊烟尘等含量。

5.1.2 施工隧道粉尘浓度检测应包括总尘浓度检测和呼尘浓度检测。

5.1.3 施工隧道粉尘浓度检测区域可分为掌子面检测区域、初期支护段检测区域、二次衬砌段检测区域、施工横洞通道检测区域、洞口检测区域。

5.1.4 应根据检测区域布置检测断面和检测点。

5.1.5 空气中粉尘浓度可采用滤膜测尘法、快速测尘法、粉尘实时监测法。

5.2 检测仪器设备

5.2.1 采用滤膜测尘法检测粉尘浓度时，可使用浓度检测仪。

5.2.2 采用快速粉尘浓度检测法检测粉尘浓度时可采用光电测尘仪、静电测尘仪、压电测尘仪、 β 射线测尘仪、粉尘监测监控系统等，也可采用直读式测尘仪、煤尘测定仪、呼吸性粉尘测定仪、水泥粉尘测定仪。仪器选型时应选用适合检测环境和检测目的的仪器设备。

5.3 粉尘浓度检测

5.3.1 总尘浓度检测可采用滤膜测尘法，应按下列程序进行。

1 滤膜准备

1) 干燥：称量前将滤膜置于干燥器内 2h 以上。

2) 称重：用镊子取下滤膜的衬纸，将滤膜通过除静电器除去滤膜的静电，然后在分析天平上称重。

3) 在衬纸和记录表上记录滤膜的初始质量和编号。

4) 将滤膜和衬纸放入相应的容器中备用或直接将滤膜安装在采样头上。

5) 安装：滤膜毛面应朝进气方向，滤膜放置应平整，不可有裂隙或褶皱。

若用 75mm×75mm 的滤膜时应做成漏斗状装入采样夹。

2 采样

1) 根据现场空气中粉尘浓度估值、使用的采样夹大小和采样流量计算采样时间，估算滤膜上总粉尘的增量 (Δm)。使用直径 ≤ 37 mm 的滤膜时，增量 (Δm) 不得大于 5mg；直径为 40mm 的滤膜时，增量 (Δm) 不得大于 10mg；直径为 75mm 的滤膜时，增量 (Δm) 不受限制。

2) 采样前, 应调节使用的采样流量和采样时间, 防止滤膜上粉尘增量超过上述要求, 造成过载。

3) 采样过程中, 若有过载, 应及时更换采样夹。

4) 可在风筒出风口后面距施工隧道掌子面 4~6m 处粉尘采样, 其他作业区域宜在作业区域上方采样。

5) 采样时间应在测点粉尘浓度稳定后, 宜在作业开始 30min 后进行。

6) 采样持续时间宜为 15min。

7) 应在同一测点相同的流量下, 同时采集两个样品。

条文说明

采样作业应严格按照《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》(GBZ 159-2004) 执行。

3 样品保存和运输

1) 采样后, 取出滤膜, 将滤膜的接尘面朝里对折 2 次, 置于清洁容器内; 也可将滤膜或滤膜夹取下, 放入原来的滤膜盒中。

2) 携带运输过程中应防止粉尘脱落或二次污染。

3) 室温下运输和保存。

4 样品称量

1) 将采样后的滤膜置于干燥器内 2h 以上, 除静电后, 在分析天平上称量。滤膜增量 $\Delta m \geq 1\text{mg}$ 时, 可用感量为 0.1mg 分析天平称量; 滤膜增量 $\Delta m \leq 1\text{mg}$ 时, 应使用感量为 0.01mg 分析天平称量。

2) 采样前后的滤膜称量应使用同一分析天平。

5 总尘浓度计算

按式 (5.3.1) 计算总尘浓度:

$$C = \frac{m_2 - m_1}{Q \times t} \times 1000 \quad (5.3.1)$$

式中:

C—检测空间的总尘浓度 (mg/m^3);

m_2 —采样后的滤膜质量 (mg);

m_1 —采样前的滤膜质量 (mg);

Q—采样流量 (L/min);

t—采样时间（min）。

总尘时间加权平均浓度按式（5.3.2）计算。

$$C_{TWA} = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \dots + C_nT_n}{8} \quad (5.3.2)$$

式中：

C_{TWA} —空气中总尘 8h 时间加权平均接触浓度， mg/m^3 ；

C_1 、 C_2 、 C_n —测得的空气中总尘的浓度， mg/m^3 ；

T_1 、 T_2 、 T_n —现场作业人员在相应的总尘浓度下的工作时间，h；

8—时间加权平均容许浓度规定的 8h。

5.3.2 呼尘浓度检测可采用滤膜测尘法，检测程序可按 5.3.1 执行。

5.3.3 采用滤膜测尘法检测呼尘浓度时，采样环节应使用粒径预分离器，预先过滤掉大颗粒，仅保留可吸入呼尘部分。

5.3.3 快速粉尘浓度检测时，应按快速测尘仪操作手册执行。

条文说明

快速测尘仪种类繁多，且仪器设备操作简单、便捷，基本上都是直读式的仪器。

5.3.4 检监测断面、监测测点，根据 5.1.3 规定执行，必要时可增加检测断面、检测测点。

5.4 粉尘浓度评价

5.4.1 应以检测区或检测断面检测点最大值为改检测区的粉尘浓度值；并应列出检测区的其他检测点检测值。

条文说明

同一检测区域或检测断面的检测测点是以该检测区域最大值为最终的测量值，但也需要同时列出每个测区的所有检测值。

5.4.2 总尘、呼尘的检测数据结果应注明施工隧道内具体工序或工况条件，其评价结果应以表 5.4.1 的容许浓度值为准。

表 5.4.1 施工隧道工作场所空气中粉尘容许浓度

序号	中文名	C_{TWA} (mg/m^3)		备注
		总尘	呼尘	

1	矽尘	-	-	G1（结晶型）
	10%游离SiO ₂ 含量50%	1	0.7	
	50%游离SiO ₂ 含量80%	0.7	0.3	
	游离SiO ₂ 含量>80%	0.5	0.2	

注：时间加权平均容许浓度（ C_{TWA} ）是指以时间加权数规定的8小时工作日或40小时工作周的平均容许接触浓度。

条文说明

施工隧道内现场施工作业点比较多，多作业点有时几个同时在施工，还有作业点处不同工序产生的粉尘情况均差别较大。需要考虑不同的工序、工况时的分类检测、以真实反映公路隧道施工环境的粉尘浓度情况。

5.4.3 依据粉尘时间加权平均浓度评价隧道施工环境情况时，评价结果划可分为优、良、中、差四类。应按表 5.4.2 划分。

表 5.4.2 按粉尘时间加权平均浓度值分类评价标准表

评定等级	优	良	中	差
粉尘时间加权平均浓度区间划分	0~ $C_{TWA}/3$ 区间(含0, 不含 $C_{TWA}/3$)	$C_{TWA}/3$ ~ $2 C_{TWA}/3$ (含 $C_{TWA}/3$, 不含 $2 C_{TWA}/3$)	$2 C_{TWA}/3$ ~ C_{TWA} (含 $2 C_{TWA}/3$ 和 C_{TWA})	$>C_{TWA}$

说明：大小介于上下限之间时，由实测浓度线性插值。

6 噪声检测及评价

6.1 一般规定

6.1.1 噪声检测应在无雨雪、无雷电天气，风速 5m/s 以下时进行。

6.1.2 隧道洞内施工作业面应进行一个工作台班连续检测和 40h 连续检测，隧道洞外居民区应进行不少于一昼夜 24h 连续检测。

6.1.3 隧道噪声检测测区应布置在洞内施工工作面、洞口、及洞外距作业区最近的居民区内，洞口外两侧居民区检测点各不应少于 2 个。

6.1.4 测点距离墙面和其他反射面的距离应不小于 1m，距离地面高度宜为 1.2~1.5m。

6.1.5 噪声检测每次检查点的位置、高度应保持不变。

6.2 检测仪器设备

6.2.1 测量仪器精度为 2 型及 2 型以上的积分平均声级计或环境噪声自动监测仪器，工作性能应符合 GB/T 3785 的规定，并应定期校验。

6.2.2 检测前后应使用声校准器标定测量仪器的示值偏差，偏差值不得大于 0.5dB。

6.2.3 标定用声校准器应符合 GB/T 15173 对 1 级或 2 级声校准器的规定。

6.3 现场检测

6.3.1 检测人员应离开声源与声级计之间，减少声波反射影响。

6.3.2 用声级计慢档每隔 5s 读取一个瞬时 A 声级值，在规定的时段内连续读取若干数据并记录。

6.4 噪声评价

6.4.1 检测数据处理

1 每个测区的单个测点等效声级 L_{eq} ，按式 6.4.1 进行计算：

$$L_{eq} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1 \cdot L_A} dt \right) \tag{6.4.1}$$

式中： L_{eq} —等效声级 (dB (A))；

L_A —t 时刻的瞬时 A 声级(dB (A))；

T—规定的测量时间段。

2 每个测区的噪声值为该测区单个测点等效 A 声级的平均值。

6.4.2 结果评价

隧道噪声限值见表 6.4.2。

表 6.4.2 施工隧道噪声限值

检测项目	噪声限值
人员接触噪声40h等效声级	不大于85dB(A)
一个工作台班噪声等效声级	不大于90dB(A)
洞口居民区24h等效声级	不大于70dB(A)

7 隧道底板照度检测及评价

7.1 一般规定

7.1.1 施工隧道应检测各施工作业地段道面的平均照度。

7.2 检测仪器设备

7.2.1 道面照度检测可采用光照度计，计量性能应满足现行《光照度计检定规程》（JJG 245）规定的一级要求；分辨力 $\leq 0.1\text{lx}$ 。

7.3 现场检测

7.3.1 测量区域划分应符合下列规定：

1 施工隧道道面照度检测区域可分为掌子面、仰拱、二次衬砌施工段、横洞通道、洞口及二次衬砌成型段等检测区域。

2 掌子面检测区域宜在距隧道掌子面 20m 范围内，仰拱、二衬施工段、施工横洞通道、洞口及二次衬砌成型段检测区域长度宜为 10m~20m，二次衬砌成型段宜每 100m 选择 1 个测区。

7.3.2 测点布置应符合下列规定：

1 各检测区域应根据规模布置检测断面、检测点。

2 检测点布置可采用中心布点法，是对各测区划分网格并进行编号，纵向间距 M 等分，横向间距 N 等分，形成 M×N 网格，纵向长度 1m、横向宽度为 1m。

3 隧道二次衬砌台车作业区段，每层平台纵向前、中、后位置应各增设 3 个测点。

7.3.3 测试方法

1 检测时，应将照度计水平放置于待测区域的网格中心。

2 待显示值相对稳定后，测取各网格照度，并计算检测区域内的平均照度。

7.4 路面照度评定

7.4.1 检测数据分析

施工隧道路面平均照度应按式（7.4.1）计算：

$$E_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \dots \quad (7.4.1)$$

式中：

E_0 —测试区域内路面平均照度 (lx);

E_i —各测点照度 (lx);

n —测点总数。

7.4.2 检测数据结果评价

平均照度标准应根据表 7.4.2 选取。

表 7.4.2 隧道照度标准

施工作业地段	平均照度最小限值 lx_{min} (lx)
距掌子面20m及其余作业面范围内	50
运输通道	15
成洞地段	10
竖井内	15

8 风速、温度、湿度检测及评价

8.1 一般规定

8.1.1 检测断面前后 10m 内隧道主洞轮廓不应有明显变化。对于掌子面，检测断面可选择在距掌子面约 20m~30m 处的稳定回风流中。

8.1.2 风速检测测区应覆盖隧道每个通风段，同时还应对隧道洞口的自然风风速进行测试。

8.1.3 风速、温度和湿度宜同步进行检测，保证隧道内混凝土的浇筑质量、环境舒适度等。

条文说明

本条对测区内温度和湿度同步检测作出了要求，有条件可以安装长期温湿度监测仪器，对隧道进行长期监测。

8.2 检测仪器设备

8.2.1 隧道风速检测可选用热电风速计或风杯风速计、电子叶轮式风表、超声波风速计等。风速测量范围应满足 0.1m/s~20.0m/s，测量精度应符合《隧道环境检测设备 第4部分：风速风向检测器》(GB/T 26944.4)中对风速测量的要求。隧道温湿度检测可采用温湿度一体化监测仪。

8.2.2 使用指针式热电风速计时应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。

8.3 现场检测

8.3.1 风速检测可根据监测断面特征和大小，按多点法或特征点法进行检测。

8.3.2 风速检测采用多点法检测时，应符合下列规定：

1) 测点分布应根据隧道主洞轮廓，将测试断面划分为若干个测试区域。两车道隧道不宜小于 12 个测试区域、三车道隧道不宜小于 16 个测试区域、四车道隧道不宜小于 20 个测试区域。测点布置示意图如图 8.3.2 所示。

2) 各测点应设于每个测试区域的形心，且各测点距墙壁不小于 0.5m。

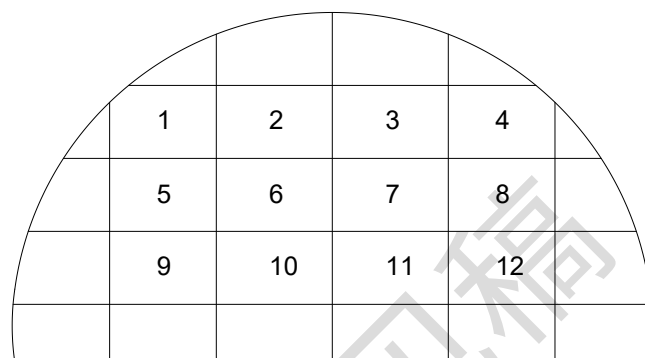


图 8.3.2 多点法检测区域分布示意图

3) 测试方向应为隧道纵向。

4) 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。

5) 当测试断面基本对称时，可只测试半幅断面。

8.3.3 风速检测采用特征点法时，应符合下列规定：

1) 开挖作业区域测点应沿开挖轮廓布置。全断面开挖时应为拱顶和隧道底；台阶开挖时，应为拱顶和其他局部扩挖区域或局部塌方凹形区域。开挖轮廓断面特征点示意图如图 8.3.3-1 和 8.3.3-2 所示。

2) 模板台车作业区域测点应布置在局部回风区域。

3) 横通道区域应根据断面特征布置测点。

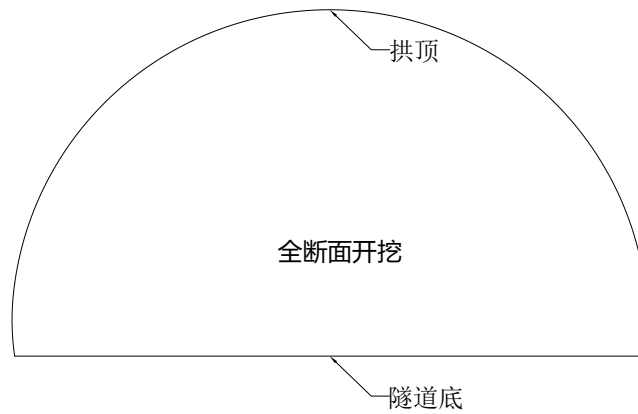


图 8.3.3-1 特征点在全断面开挖隧道中的位置示意图

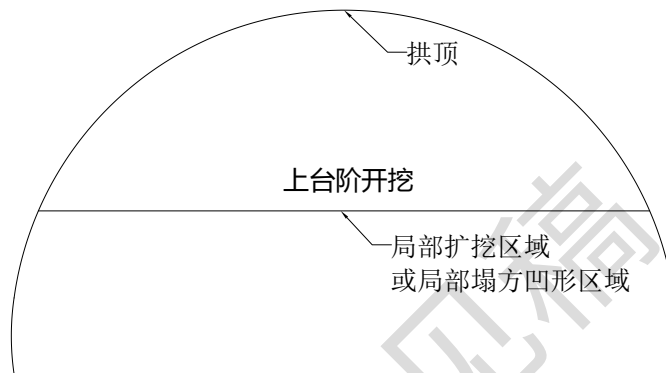


图 8.3.3-2 特征点在台阶开挖隧道中的位置示意图

4) 各测点距墙壁不应小于 0.5m，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。

8.3.4 每个通风段应检测 3 个相邻断面。

8.3.5 施工阶段隧道进行绝对瓦斯涌出量检测时，风速检测方法还应符合《公路瓦斯隧道设计与施工技术规范》(JTG/T 3374) 的规定。

8.3.6 风速检测可采用迎面法和侧面法，并应符合下列规定：

1) 采用迎面法时，检测人员应面向风流站立，手持风速表，手臂向正前方伸直。

2) 采用侧面法时，检测人员应背向隧道壁站立，手持风速表，手臂向风流垂直方向伸直。

条文说明

本条对检测人员测试方法作出了说明，检测人员站立方向的不同，对风速真值的影响也不同。因此，需要根据实际检测方式对测试值进行修正。

8.3.7 风速检测时，宜在特征点位置对隧道内温湿度进行同步检测。

8.4 风速、温度及湿度评价

8.4.1 迎面法

迎面法校正后的风速 V_1 应按公式 (8.4.1-1) 计算:

$$V_1 = 1.14V_{s1} \quad (8.4.1-1)$$

式中:

V_1 —迎面法校正后的风速 (m/s);

V_{s1} —迎面法检测得到的风速 (m/s)。

8.4.2 侧面法

侧面法校正后的风速 V_2 应按公式 (8.4.2-1) 计算:

$$V_2 = \frac{(S-0.4)}{S} V_{s2} \quad (8.4.2-1)$$

式中:

V_2 —侧面法校正后的风速 (m/s);

V_{s2} —侧面法检测得到的风速 (m/s);

S —风速检测断面面积 (m²)。

8.4.3 多点法测量隧道断面平均风速

多点法测量隧道断面平均风速应按公式 (8.4.3-1) 计算:

$$\bar{V}_1 = \frac{\sum V_i S_i}{S} \quad (8.4.3-1)$$

式中:

$\bar{V}_1$ —多点法测量隧道断面平均风速 (m/s);

V_i —第 i 个检测区域的测点校正后的风速值 (m/s);

S_i —第 i 个检测区域的面积 (m²);

S —测量断面所有检测区域的面积总和 (m²)。

8.4.4 特征点法测量隧道断面平均风速

特征点法测量隧道断面平均风速应为相邻 3 个断面风速检测值的算术平均值, 按公式 (8.4.4-1) 计算:

$$\bar{V}_2 = \frac{V_{21} + V_{22} + V_{23}}{3} \quad (8.4.4-1)$$

式中:

$\bar{V}_2$ —特征点法测量隧道断面平均风速 (m/s);

V_{21} —第 1 个断面检测得到的校正后的风速值 (m/s);

V_{22} —第 2 个断面检测得到的校正后的风速值 (m/s);

V_{23} —第 3 个断面检测得到的校正后的风速值 (m/s)。

8.4.5 结果评价

1 隧道风速评价

施工阶段隧道风速标准应依据表 8.4.5-1 选取。

表 8.4.5-1 施工阶段隧道风速标准

施工作业地段	断面平均风速标准
全断面开挖 微瓦斯工区	$\geq 0.15\text{m/s}$, $\leq 6\text{m/s}$
导洞内 低瓦斯工区	$\geq 0.25\text{m/s}$, $\leq 6\text{m/s}$
高瓦斯工区和煤(岩)与瓦斯突出工区	$\geq 0.5\text{m/s}$
瓦斯易积聚处	$\geq 1.0\text{m/s}$

2 隧道温度评价

施工阶段隧道温度标准应满足表 8.4.5-2 的要求。

表 8.4.5-2 施工阶段隧道温度标准

分类	隧道温度标准
A级	$-5^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$
B级	$-20^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$
C级	$-40^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$
D级	$-55^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$

3 隧道湿度评价

施工阶段隧道湿度标准应满足表 8.4.5-3 的要求。

表 8.4.5-3 施工阶段隧道湿度标准

分类	隧道湿度标准
湿度	不大于98%RH

附录 A 在建公路隧道施工作业环境粉尘容许浓度

A.0.1 在建公路隧道施工作业环境中的各种粉尘浓度见表 A.0.1-1。

表 A.0.1-1 施工隧道内空气中粉尘容许浓度 (mg/m³)

中文名 (CAS No.)	TWA	STEL
白云石粉尘		
总尘	8	10
呼尘	4	8
沉淀SiO ₂ (白炭黑) (总尘)	5	10
大理石粉尘		
总尘	8	10
呼尘	4	8
电焊烟尘 (总尘)	4	6
沸石粉尘 (总尘)	5	10
硅灰石粉尘 (总尘)	5	10
硅藻土粉尘		
游离SiO ₂ 含量<10% (总尘)	6	10
滑石粉尘 (游离SiO ₂ 含量<10%)		
总尘	3	4
呼尘	1	2
煤尘 (游离SiO ₂ 含量<10%)		
总尘	4	6
呼尘	2.5	3.5
膨润土粉尘 (总尘)	6	10
石膏粉尘		
总尘	8	10
呼尘	4	8
石灰石粉尘		
总尘	8	10
呼尘	4	8
石墨粉尘		
总尘	4	6
呼尘	2	3
水泥粉尘 (游离SiO ₂ 含量<10%)		
总尘	4	6
呼尘	1.5	2
炭黑粉尘 (总尘)	4	8
矽尘		
总尘		
含10%~50%游离SiO ₂ 的粉尘	1	2
含10%~80%游离SiO ₂ 的粉尘	0.7	1.5
含80%以上游离SiO ₂ 的粉尘	0.5	1.0
呼尘		

含10%~50%游离SiO ₂ 的粉尘	0.7	1.0
含10%~80%游离SiO ₂ 的粉尘	0.3	0.5
含80%以上游离SiO ₂ 的粉尘	0.2	0.3
稀土粉尘（游离SiO ₂ 含量<10%）（总尘）	2.5	5
萤石混合性粉尘（总尘）	1	2
云母粉尘		
总尘	2	4
呼尘	1.5	3
珍珠岩粉尘		
总尘	8	10
呼尘	4	8
蛭石粉尘（总尘）	3	5
重晶石粉尘（总尘）	5	10
其他粉尘	8	10

A.0.2 滤膜测尘法的总尘浓度检测仪器设备主要包括：滤膜、粉尘采样器、抽气装置、分析天平、计时器、干燥器、镊子、除静电器；滤膜测定法的呼尘浓度检测仪器设备主要包括：滤膜、呼吸性粉尘采样器、流量计、分析天平、计时器、干燥器、镊子、除静电器。

表 A.0.1-2 总尘与呼尘浓度检测仪器设备一览表

总尘浓度检测				呼尘浓度检测			
序号	仪器名称	仪器简介	性能及其作用	序号	仪器名称	简介	性能及其作用
1	滤膜	过氯乙烯滤膜或其他测尘滤膜	收集粉尘，粉尘浓度≤50mg/m ³ 时用直径37mm或40mm的滤膜，当粉尘浓度>50mg/m ³ 时用直径75mm的滤膜。	1	滤膜	过氯乙烯滤膜或其他测尘滤膜	收集粉尘
2	粉尘采样器	包含采样夹和采样器两部分	采样夹：用于加持滤膜的装置； 采样器：性能和技术指标应符合《工作场所空气中粉尘测定 第1部分：总粉尘浓度》（GBZ/T 192.1-2007）	2	呼吸性粉尘采样器	主要包括预分离器和采样器。	预分离器采集的粉尘的空气动力学直径应在7.07μm以下，且直径为5μm粉尘粒子的采集率为50%。

			要求。				
3	抽气装置	以微型电池或蓄电池为动力,采用密闭触点开关,带动小型电动机抽气机抽取含粉尘空气。	在待测空间中抽取空气气样。	3	流量计	用于测定采样器抽气量。	流量计的量程和精度应用满足采样器总体的性能要求。用于长时间采样时,连续工作时间应≥8h。
4	分析天平	感量0.1mg或0.01mg	测定滤膜的质量	4	分析天平	感量0.01mg	测定滤膜的质量
5	计时器	秒表或其他计时器	计时采集时长	5	计时器	秒表或其他计时器	计时采集时长
6	镊子	一般采用医用镊子	夹放或夹取滤膜	6	镊子	一般采用医用镊子	夹放或夹取滤膜
7	除静电器	-	-	7	除静电器	-	-

A. 0. 3 洞内施工环境检查时,应测试通风机的风量、风速、风压。

A. 0. 4 洞内施工环境检查应符合下列规定: 应检测粉尘和有毒物质的浓度,测定方法应符合现行《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》(GBZ159)、《工作场所空气中粉尘测定》(GBZ/T 192)和《工作场所空气有毒物质测定》(GBZ/T 300)的规定。

附录 B 瓦斯自动监测系统

B.0.1 自动监控系统组成

系统包括主控计算机、洞内分站、高浓度瓦斯传感器、低浓度瓦斯传感器、风速传感器、远程断电仪、报警器、设备电源和备用电源、电缆、防雷设施等。

B.0.2 传感器布置

1 瓦斯传感器布置

布置在开挖工作面迎头及距出风口 20m 回风流处、模板台车前后、横通道、巷道式通风的回风巷、局部通风机附近、错车带、洞内变压器集中安设处或机电设备洞室的进风侧。

2 风速传感器布置

安装在距出风口 20m 回风流处、防水板台车处、已衬砌地段回风流处、巷道式通风回风巷。

3 一氧化碳传感器、温度传感器布置

布置在煤层易自燃或有煤尘爆炸危险的瓦斯工区地段、模板台车前端的顶部或侧壁较高位置。

4 设备开停传感器、馈电状态传感器布置

瓦斯工区使用的主通风机、局部通风机布置设备开停传感器。主要风门布置风门传感器。被控设备开关的负荷侧布置馈电状态传感器。

5 根据传感器的数量及种类按控制要求，配置远程断电仪。

6 结合工程实际情况可调整增加各种传感器的种类和数量。

B.0.3 自动监控系统安装

1 洞口主控计算机监控中心安装

在隧道洞口设置主控计算机监控中心机房，机房环境应符合《计算机场地通用规范》（GB/T 2887）的要求，并满足动力、防静电、防雷击等指标要求。

机房专用配电箱，满足供电电压和频率偏移要求。采用双路两级稳压电压供电，第一级为交流稳压器供一台 UPS 及其他计算机外设，第二级为 UPS，其输出主要供主控计算机，UPS 供电时间不少于 10min。

2 洞内分站安装

分站应安装在易于观察、调试、检修、维护的位置，远离可燃物、杂物位置，无滴水积水位置。洞内分站安装时垫支架，支架距离地面不小于 300mm 并可靠接地，接地电阻小于 2 欧。设专用配电箱，使用前对电源进线检测，分站电源箱所接入的动力电缆及控制电缆，应与所配密封圈相匹配。接线端子与外接电压等级相符。

3 瓦斯断电仪和瓦斯风电闭锁装置安装

装设瓦斯断电仪和瓦斯风电闭锁装置的监控系统，远程断电使用 1.5mm^2 电缆，分站到被控开关距离应小于 30m，严禁使用 DW 系列开关作为被控开关，被控开关应使用磁力防爆开关，在断电安装完成后，应在隧道内用 1% 的标准气样检测是否正常断电。

4 阻燃专用传输电缆安装

监控中心机房到工区内的通讯电缆应选用铠装电缆、不延燃橡套电缆或矿用塑料电缆。

各设备之间的连接电缆需加长或分支连接时，被连接电缆的芯线盒，应用螺钉压接，不得采用电缆芯线导体直接搭接或绕接。接线盒应使用防爆型。

电缆线多路同向延伸布设时，可将其绑扎成束，固定在隧道洞壁上，支撑点间距不得大于 3m，与电力电缆的间距不得小于 0.5m。

5 传感器安装

所有传感器应安装牢固、传感器接线及走向应固定。安设点位置应易于观察、调试、检修、维护，传感器前后无障碍物，无滴水、积水。

1) 甲烷传感器宜悬挂在拱顶以下 25cm 处，迎风流和背风流 0.5m 内不得有阻挡物。悬挂处无滴水，不会被破坏。工作面迎头安装的瓦斯传感器距离工作面不大于 5m。洞口瓦斯传感器距离洞口 10-15m 之间。用于监测局部通风机进风流的瓦斯传感器除满足上述要求外，还应考虑安装在典型的进风流中；

2) 风速传感器安装在主要测风站处，安装点前后 10m 内无分支风流、无拐弯、无障碍、断面无变化、能准确检测和计算测风断面平均风速、风量的位置。隧道拱顶应干燥、无明显淋水，不影响行人和行车。传感器探头风流指向与风流方向应一致，偏角不得大于 5 度。吊挂时必须固定，传感器不得左右摇

摆；

3) 一氧化碳传感器、温度传感器及压力传感器应垂直悬挂在隧道拱顶上部，并不影响行人和行车，方便安装、维护工作；

4) 对设风门的瓦斯工区，应安装风门传感器，在满足上述通用要求基础上，根据风门的结构现场固定；

5) 设备开、停传感器主要用于监测瓦斯工区内机电设备（如主风机、局部通风机、水泵等）的开停状态。安装时将本安电源及输出信号与系统电源及信号输入口对应接线正确，在负荷电缆上按传感器调整要求寻找合适的位置卡固好传感器，即可正常工作。

B.0.4 瓦斯传感器和自动断电仪的报警设置应符合下列要求：

1 巷道式通风时，瓦斯自动监控报警与断电系统中的传感器布置可按图 B.0.4-1 进行。

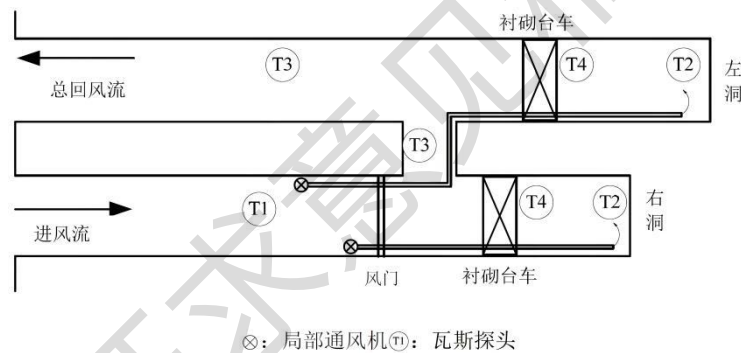


图 B.0.4-1 巷道式通风瓦斯自动监测传感器布置

断电浓度：T1 $\geq$ 0.5%；

T2 $\geq$ 1.0%；

T3 $\geq$ 1.0%；

T4 $\geq$ 1.0%。

断电范围：T1：局部通风机及其供风巷道中的全部电气设备；

T2：开挖工作面及其附近 20m 内全部电气设备；

T3：总回风道中及开挖工作面和进风道中全部电气设备；

T4：二次衬砌台车至开挖工作面之间的全部电气设备。

2 压入式通风时，瓦斯自动监控报警与断电系统中的传感器布置可按图 B.0.4-2 进行。

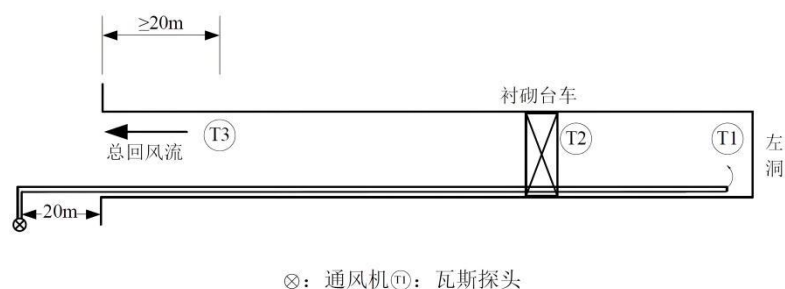


图 B. 0. 4-2 压入式通风瓦斯自动监测传感器布置

断电浓度: $T1 \geq 1.0\%$;

$T2 \geq 1.0\%$;

$T3 \geq 1.0\%$ 。

断电范围: T1: 开挖工作面及其附近 20m 内全部电气设备;

T2: 二次衬砌台车至开挖工作面之间的全部电气设备;

T3: 已衬砌地段的全部电气设备。

B. 0. 5 瓦斯自动监控系统的维护和管理

- 1 瓦斯工区施工期间, 应成立专门的瓦斯监控系统使用、维护及维修中心。
- 2 瓦斯自动监控系统安装后应每月对监控系统进行定期检查、校正。甲烷传感器等采用载体催化元件的检测元件, 应使用校准气样和空气气样调校, 每 15 天至少 1 次。甲烷电闭锁和风电闭锁功能每 15 天至少测试 1 次。

附录 C 粉尘浓度检测记录表

测定项目	
测定日期	年 月 日
测定地点	
粉尘类型	☐ 总尘 ☐ 呼尘 ☐ PM2.5 ☐ 其他（注明：_____）
测定方法依据	（如：GBZ/T 192.1-2007《工作场所空气中粉尘测定》）
采样仪器	仪器名称/型号：_____ 仪器编号：_____
滤膜信息	滤膜编号：_____ 滤膜材质：_____（如玻璃纤维、聚氯乙烯）
采样参数	采样流量：_____ L/min 采样时间：_____ min 采样体积： _____ m ³ （流量×时间）
环境条件	温度：_____ °C 湿度：_____ % 气压：_____ kPa
样品质量	滤膜初始质量（m ₁ ）：_____ mg 滤膜采样后质量（m ₂ ）： _____ mg
浓度计算结果	粉尘浓度（C）=（m ₂ - m ₁ ）/ 采样体积 = _____ mg/m ³
标准限值	（依据 GBZ 2.1 或企业标准填写，如：总尘限值 4 mg/m ³ ，呼尘限值 0.8 mg/m ³ ）
是否超标	☐ 是 ☐ 否 超标说明：_____
测定人员	签名：_____
复核人员	签名：_____
备 注	（记录异常情况，如采样中断、仪器故障等）

附录 D 粉尘浓度快速检测记录表

隧道名称			所在路段		
检测环境			检测日期		
检测使用主要仪器设备	序号	设备名称	型号	设备编号	设备状态
检测依据					
序号	检测位置（测区）		粉尘浓度值 (m^{-1})		备注
结论与说明					

检测： 记录： 复核： 日期： 年 月 日

附录 E 隧道噪声检测记录表

隧道名称			所在路段		
检测环境			检测日期		
检测使用主要仪器设备	序号	设备名称	型号	设备编号	设备状态
检测依据					
序号	检测位置（测区）		噪声值（dB）		备注
结论与说明					

检测： 记录： 复核： 日期： 年 月 日

附录 F 路面照度测试表

隧道名称			所在路线				检测日期				备注
检测设备	设备名称		设备型号		设备编号		设备功能		设备状态		
检测依据							M取值	10	N取值	10	示例：本表M取10；N取10
测试点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1/20区域处(cd/m ²)											
3/20区域处(cd/m ²)											
5/20区域处(cd/m ²)											
7/20区域处(cd/m ²)											
9/20区域处(cd/m ²)											
11/20区域处(cd/m ²)											
13/20区域处(cd/m ²)											
15/20区域处(cd/m ²)											
17/20区域处(cd/m ²)											
19/20区域处(cd/m ²)											
路面平均照度 (lx)											

检测：

记录：

复核：

日期： 年 月 日

附录 G 施工阶段隧道风速、温度和湿度检测记录表

隧道名称			试验条件		温度：℃ 湿度：%RH		
主要仪器设备及编号			检测日期				
检测依据							
检测部位	测 点 布 置						
序号	测 试 结 果 单位：m/s						
	测 点	测点位置	测值 1	测值 2	测值 3	测值 4	备注
备 注							

检测： 记录： 复核： 日期： 年 月 日

附录 H 测尘仪器设备的维护、校准和鉴定

H. 0.1 测尘仪器设备清洁除尘的日常维护：

- 1 用干布擦拭仪器设备外壳，防止油污或腐蚀性物质残留；定期检查防护罩、防尘滤网是否完好，及时更换破损部件。
- 2 检查采样管路的进气口、出气口及管道是否堵塞，用压缩空气或软管疏通，长期使用后可能需拆卸采样管路进行深度清洁。
- 3 定期用软毛刷、无尘布或棉签清除传感器或探头的表面灰尘，避免堵塞；必要时使用无水酒精（或专用清洁剂）轻拭，注意避免液体渗入内部；禁止硬物刮擦敏感元件（如激光粉尘传感器）。

H. 0.2 测尘仪器设备定期校准与性能检查：

- 1 根据厂家建议周期，使用标准粉尘样品进行定期校准；若测量结果异常，需重新校准或联系厂家返修。
- 2 在洁净空气中运行仪器设备，检查零点漂移情况，必要时手动零点校准。
- 3 根据厂家建议周期，定期进行气密性检查，并确保采样系统无漏气，避免外界空气干扰测量结果。

H. 0.3 更换仪器设备耗材与部件：

- 1 定期更换一次性滤膜（如玻璃纤维滤膜）或滤芯，防止堵塞影响流量，且更换时注意避免污染，须按操作手册步骤执行。
- 2 便携式设备需检查电池电量，长期不用时取出电池防漏液，若为锂电池应定期充电，避免过度充放电，以延长寿命。
- 3 为激光测尘仪时需注意光源寿命，及时更换老化部件；光学镜面污染时应使用专用镜头纸清洁。

H. 0.4 极端环境使用防护：

- 1 仪器设备的使用与存放环境应满足相应的厂家说明书要求，要避免长时间在极端环境中使用或存放。
- 2 室外使用时加装防护箱，避免雨水或粉尘直接侵入。
- 3 移动或运输时必须固定好仪器设备，避免剧烈震动导致内部元件松动。

3 非使用期间关闭电源，雷雨天气建议断开电源线；若为粉尘监测监控系统时应安装相应避雷设施。

H. 0. 5 数据与记录管理：

- 1 定期导出仪器设备的存储卡或内部数据，避免因故障丢失。
- 2 检查数据记录是否完整，如发现异常或数据缺失时需排查原因。

H. 0. 6 仪器设备定期送专业机构鉴定，并出具相应的鉴定证书。

H. 0. 7 加强仪器设备的规范化、标准化日常管理，建立仪器设备管理档案，记录仪器设备清洁、校准、鉴定、维修、充电、使用等情况，便于追溯问题。

征求意见稿