# 前　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉》（建标［2008］102号）的要求，规程编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 工程地质与水文地质勘察；4. 平纵断面设计；5. 材料；6. 结构上的作用（荷载）；7. 检查室（竖井）结构设计与计算；8. 隧道结构设计与计算；9. 支架结构设计与计算；10. 地下水处治及地层预加固设计；11. 结构防水；12. 施工设计与监控量测；13. 环境风险源专项设计；14. 工程施工；15. 工程验收。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由北京市热力集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京市热力集团有限责任公司（地址：北京市朝阳区西大望路1号温特莱中心A座，邮编：100026）。

本规程主编单位：北京市热力集团有限责任公司

本规程参编单位：北京市热力工程设计公司
北京特泽热力工程设计有限责任公司
北京交通大学
中国市政工程华北设计研究院
天津天材塑料防水材料有限公司
建设部沈阳煤气与热力研究设计院

住房城乡建设部信息公开浏览专用

本规程主要起草人员：刘　荣　贺少辉　牛小化　张玉成
王　水　刘艳芬　董淑棉　陈文化
李承辉　徐金锋　董乐意　李孝萍
王孝国　林纳新　刘世宇　周万彬
姜林庆

本规程主要审查人员：崔志杰　高永涛　高文新　张本秋
张国京　王远峰　王乃震　周江天
陆景慧　张建伟　黄晓飞

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 目　　次


1　总则 …… 1
2　术语和符号 …… 2
2.1　术语 …… 2
2.2　符号 …… 4
3　工程地质与水文地质勘察 …… 12
3.1　一般规定 …… 12
3.2　围岩分级 …… 12
3.3　水文地质条件勘察 …… 18
3.4　岩土力学参数 …… 18
4　平纵断面设计 …… 22
4.1　一般规定 …… 22
4.2　平面 …… 22
4.3　纵断面 …… 23
4.4　隧道横断面 …… 23
4.5　检查室（竖井） …… 23
5　材料 …… 25
6　结构上的作用（荷载） …… 33
7　检查室（竖井）结构设计与计算 …… 41
7.1　一般规定 …… 41
7.2　检查室（竖井）支撑设计 …… 41
7.3　检查室（竖井）结构设计 …… 42
7.4　马头门及检查室侧墙洞口结构设计 …… 44
7.5　检查室结构计算 …… 45
8　隧道结构设计与计算 …… 50
8.1　一般规定 …… 50


住房城乡建设部信息公开浏览专用

8.2 隧道结构设计 …… 50
8.3 隧道转角处洞口反梁结构设计 …… 51
8.4 隧道结构计算 …… 52
9 支架结构设计与计算 …… 63
9.1 一般规定 …… 63
9.2 两端嵌固式支架结构 …… 63
9.3 悬臂式支架结构 …… 65
9.4 支架横担结构 …… 66
9.5 支架构造 …… 66
10 地下水处治及地层预加固设计 …… 67
10.1 一般规定 …… 67
10.2 地下水处治 …… 67
10.3 地层注浆 …… 68
10.4 超前小导管及管棚 …… 70
10.5 旋喷注浆加固 …… 71
10.6 地层冻结 …… 72
11 结构防水 …… 74
11.1 一般规定 …… 74
11.2 混凝土结构自防水 …… 74
11.3 附加防水层 …… 74
11.4 细部构造防水 …… 75
12 施工设计与监控量测 …… 77
12.1 一般规定 …… 77
12.2 竖井 …… 77
12.3 马头门 …… 78
12.4 隧道 …… 78
12.5 监控量测 …… 80
13 环境风险源专项设计 …… 86
13.1 一般规定 …… 86
13.2 环境风险源等级划分 …… 86

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

13.3 环境风险评估 …… 91
13.4 设计内容与要求 …… 94
14 工程施工 …… 99
14.1 一般规定 …… 99
14.2 施工工艺及管理 …… 100
14.3 环境风险源专项施工 …… 101
14.4 测量放线 …… 104
14.5 建（构）筑物及地下管线保护 …… 104
14.6 监控量测 …… 104
14.7 地下水处治 …… 105
14.8 地层预支护及加固 …… 108
14.9 竖井 …… 110
14.10 马头门 …… 114
14.11 隧道开挖 …… 115
14.12 初期支护 …… 117
14.13 防水层 …… 120
14.14 二次衬砌 …… 123
14.15 支架 …… 126
15 工程验收 …… 128
15.1 一般规定 …… 128
15.2 验收的程序和组织 …… 129
15.3 施工质量验收的划分 …… 130
15.4 施工质量验收 …… 130
15.5 监控量测 …… 132
15.6 地层预支护及加固 …… 133
15.7 检查室（竖井） …… 135
15.8 隧道土方开挖 …… 140
15.9 初期支护 …… 141
15.10 净空测量及贯通测量 …… 149
15.11 结构防水 …… 150

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

15.12 二次衬砌 …… 151
15.13 支架及护墩 …… 168
15.14 单位工程观感质量评定 …… 169
附录 A 围岩分级 …… 170
附录 B 其他作用的计算方法 …… 173
附录 C 检查室及隧道承受水平作用时结构抗滑移稳定验算方法 …… 177
附录 D 衬砌结构温度伸缩缝间距计算方法 …… 180
附录 E 施工验收记录 …… 183
本规程用词说明 …… 191
引用标准名录 …… 192

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# Contents


1 General Provisions ····· 1
2 Terms and Symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 4
3 Investigation of Engineering Geology and Hydrogeology ····· 12
3.1 General Requirements ····· 12
3.2 Classification of Surrounding Rock ····· 12
3.3 Investigation of Hydrogeology ····· 18
3.4 Mechanical Parameters of Rocks and Soils ····· 18
4 Design on Plane and Longitudinal-section of Tunnel ····· 22
4.1 General Requirements ····· 22
4.2 Plane ····· 22
4.3 Longitudinal-section of Tunnel ····· 23
4.4 Cross Section of Tunnel ····· 23
4.5 Inspection Well (Vertical Shaft) ····· 23
5 Materials ····· 25
6 Action (Load) on Structures ····· 33
7 Structural Design and Calculation of Inspection Well (Vertical Shaft) ····· 41
7.1 General Requirements ····· 41
7.2 Design of Temporary Steel Strut ····· 41
7.3 Structural Design of Inspection Well (Vertical Shaft) ····· 42
7.4 Structural Design of Horsehead and Sidewall Opening ····· 44


住房城乡建设部信息公开浏览专用

7.5 Structural Calculation of Inspection Well ····· 45
8 Structural Design and Calculation of Tunnel ····· 50
8.1 General Requirements ····· 50
8.2 Structural Design of Tunnel ····· 50
8.3 Structural Design of Upstand Beam of Portal at Turning Corner ····· 51
8.4 Structural Calculation of Tunnel ····· 52
9 Structural Design and Calculation of Trestles ····· 63
9.1 General Requirements ····· 63
9.2 Structures of Fixed Trestles ····· 63
9.3 Structures of Cantilever Trestles ····· 65
9.4 Structures of Cross Arm of Trestles ····· 66
9.5 Construction for Trestles ····· 66
10 Controlling Groundwater and Design on Pre-reinforcing Ground ····· 67
10.1 General Requirements ····· 67
10.2 Controlling Groundwater ····· 67
10.3 Pre-grouting before Excavation ····· 68
10.4 Advanced Small Pipe Grouting and Pipe Roof ····· 70
10.5 Jet Grouting ····· 71
10.6 Freezing Ground ····· 72
11 Waterproofing of Tunnel Structure ····· 74
11.1 General Requirements ····· 74
11.2 Waterproofing Concrete ····· 74
11.3 Waterproofing Membrane ····· 74
11.4 Waterproofing of Special Joints ····· 75
12 Design on Constructing and Monitoring during Construction ····· 77
12.1 General Requirements ····· 77
12.2 Vertical Shaft ····· 77

住房城乡建设部信息公开浏览专用

12.3 Horsehead ····· 78
12.4 Tunnel ····· 78
12.5 Monitoring ····· 80
13 Special Design on Controlling Environmental Risks due to Construction ····· 86
13.1 General Requirements ····· 86
13.2 Classification System of Environmental Risks due to Construction ····· 86
13.3 Assessment on Environmental Risks due to Construction ····· 91
13.4 Design Contents and Requirements ····· 94
14 Engineering Construction ····· 99
14.1 General Requirements ····· 99
14.2 Constructing Sequences and Management ····· 100
14.3 Special Measures Controlling Environmental Risks ····· 101
14.4 Measurement ····· 104
14.5 Protecting nearby Structures and Underground Pipelines ··· 104
14.6 Monitoring and Measuring ····· 104
14.7 Controlling Groundwater ····· 105
14.8 Pre-reinforcing Ground before Excavating ····· 108
14.9 Vertical Shaft Construction ····· 110
14.10 Horsehead Construction ····· 114
14.11 Tunnel Excavating ····· 115
14.12 Initial Suppor ····· 117
14.13 Waterproofing Layer ····· 120
14.14 Final Lining ····· 123
14.15 Trestle Installation ····· 126
15 Engineering Quality Acceptance ····· 128
15.1 General Requirements ····· 128
15.2 Procedure and Organization of Engineering Quality Acceptance ····· 129

住房城乡建设部信息公开浏览专用

15.3 Division of Construction Quality Acceptance ····· 130
15.4 Construction Quality Acceptance ····· 130
15.5 Monitoring ····· 132
15.6 Stratum Pre-reinforcing ····· 133
15.7 Inspection Well (Vertical Shaft) ····· 135
15.8 Earth Excavation of Tunnel ····· 140
15.9 Initial Support ····· 141
15.10 Clearance Measurement and Through Survey ····· 149
15.11 Waterproofing Engineering ····· 150
15.12 Final Lining ····· 151
15.13 Tresle and Protecting Pier ····· 168
15.14 Impressions Quality Evaluation of Unit Engineering ····· 169
Appendix A Classification of Surrounding Rock ····· 170
Appendix B Calculation Method on Other Actions ····· 173
Appendix C Checking Method of Structure Anti-slip Stability when Inspect Well and Tunnel Bearing Horizontal Action ····· 177
Appendix D Calculation Method on Temperature Expansion Joint Distance of Lining Structures ····· 180
Appendix E Acceptance Records of Engineering Quality ····· 183
Explanation of Wording in This Code ····· 191
List of Quoted Standards ····· 192

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 1 总　　则

**1.0.1** 为使城市供热管网暗挖工程的设计、施工及验收做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量和保护环境，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于供热管网中暗挖隧道的设计、施工及验收。

**1.0.3** 城市供热管网暗挖工程设计，应遵照国家有关法律、法规，重视供热管网隧道工程对城市环境和地下水资源的影响。

**1.0.4** 城市供热管网暗挖工程建设应节约用地、节约能源及保护城市环境，对施工过程产生的噪声、弃渣，以及结构的防水等应采取措施妥善处理。

**1.0.5** **城市供热管网暗挖工程主体结构设计使用年限不应小于100年。**

**1.0.6** 未经技术鉴定或设计许可，不得改变隧道结构的用途和使用环境。

**1.0.7** 城市供热管网暗挖工程设计与施工应遵循管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测的原则。

**1.0.8** 城市供热管网暗挖工程的设计和施工应积极采用新技术、新工艺、新设备、新材料。

**1.0.9** 城市供热管网暗挖工程的设计、施工及验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

# 2 术语和符号

## 2.1 术　　语

**2.1.1** 供热管网隧道　heat-supplying tunnels

用于布设城市供热管道的隧道。

**2.1.2** 深埋隧道　a deep tunnel

开挖、支护和衬砌施工过程所引起的地层变形和移动不波及地表面的隧道。

**2.1.3** 浅埋隧道　a shallow tunnel

开挖、支护和衬砌施工过程所引起的地层变形和移动波及地表面的隧道。

**2.1.4** 隧道埋深　overburden

地表面至隧道支护结构拱顶的深度。

**2.1.5** 暗挖法　digging method

采用非明挖方式进行地下洞室开挖作业的施工方法。

**2.1.6** 新奥法　New Austrian Tunneling Method（NATM）

采用锚杆和喷射混凝土及时支护以控制围岩的变形和松弛，并通过对围岩和支护的量测、监控来指导隧道动态设计和施工的方法。

**2.1.7** 浅埋暗挖法　shallow tunneling method

在距离地表较近的地下，采用多种辅助工法超前作业以改善加固围岩，并沿用新奥法原理进行地下洞室暗挖作业的施工方法。

**2.1.8** 围岩　surrounding rock

隧道工程施工影响范围内的岩土体。

**2.1.9** 围岩分级　classification of surrounding rock

根据影响围岩稳定性的主要因素，选择若干主要指标，采用



住房城乡建设部信息公开浏览专用

定性划分和定量指标相结合的方法对围岩稳定程度的分级。

**2.1.10** 初始地应力场 initial stress field in ground

在自然条件下，由于受自重和地质构造运动作用，在岩土体中形成的应力场。

**2.1.11** 围岩压力 pressure acted by surrounding rock

在初始地应力场中，隧道开挖后，因围岩变形或松动等原因，作用于隧道支护或衬砌结构上的压力。

**2.1.12** 竖井 vertical shaft

为提升土石、运送人员和材料、通风等而设置的洞壁直立的井状通道。

**2.1.13** 初期支护 initial support

竖井和隧道开挖后，及时施作的锚杆（管）和喷射混凝土支护。

**2.1.14** 二次衬砌 final lining

隧道的初期支护基本稳定后，施作的模筑混凝土衬砌。

**2.1.15** 检查室 inspection well

地下敷设管线上，在需要经常操作、检修的管路附件处设置的专用构筑物。

**2.1.16** 固定支架 fixed trestle

不允许管道与其有相对位移的管道支架。

**2.1.17** 滑动支架 movable trestle

允许管道有轴向和侧向相对位移的管道支架。

**2.1.18** 导向支架 guiding trestle

只允许管道有轴向位移的管道支架。

**2.1.19** 抗滑槽 groove for anti-sliding of fixed trestle

为了有效地将固定支架所承受的热力管道推力传递给初期支护和围岩，防止固定支架整体移动，在固定支架处，将隧道初期支护断面适当外扩形成的凹槽结构。

**2.1.20** 喷射混凝土 shotcrete

利用压缩空气或其他动力，将按一定配比拌制的混凝土混合

住房城乡建设部信息公开浏览专用

物沿管路输送至喷头处，以较高速度垂直喷射于受喷面，依赖喷射过程中水泥与骨料的连续撞击，压密而形成的一种混凝土。

**2.1.21** 超挖 overbreak

实际开挖断面大于设计开挖断面的部分。

**2.1.22** 欠挖 underbreak

实际开挖断面小于设计开挖断面的部分。

**2.1.23** 预注浆 advanced grouting

在开挖前，为了固结地层、填充空隙或止水，从地面或沿着开挖面或拱部进行的注浆。

**2.1.24** 回填注浆 back filling grouting

在支护、衬砌完成后，为了填充初期支护与围岩之间或二次衬砌与防水层之间的空隙进行的注浆。

**2.1.25** 监控量测 monitoring measurement

施工中对地层、建（构）筑物、地下管线、地表隆沉和支护结构动态进行的经常性观察和测量，并及时反馈信息以指导施工。

**2.1.26** 环境风险源 environmental risks due to construction

因热力检查室、隧道施工的影响而引起的周边风险。

## 2.2 符　　号

**2.2.1** 作用、作用效应及应力：

$E_{ax,k}$、$E_{ay,k}$——作用在与检查室结构 $x$ 轴、$y$ 轴垂直的侧墙上的主动土压力标准值；

$e_{ak}$——地下水位以上的主动土压力标准值；

$e'_{ak}$——检查室底板底面处的水土压力标准值；

$e_i$——作用在隧道侧墙任意点 $i$ 的侧向压力；

$e_t$——作用在衬砌结构上的侧向压力；

$F_l$——作用在锚固端混凝土上的局部压力设计值；

$F_m$——锚固端产生的附加局部压力设计值；

$F_{sv,k}$——检查室结构顶面竖向土压力标准值；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$F_{xk}$、$F_{yk}$——沿检查室结构 $x$ 轴、$y$ 轴方向的管道水平作用标准值；

$F'_{xk}$、$F'_{yk}$——作用在单根支架立柱上沿管道轴向和垂直管道轴向的推力标准值；

$G_{1k}$——检查室结构上部覆土重标准值；

$G_{2k}$——检查室结构自重与管道及设备自重标准值之和；

$G_{1s}$——每延米隧道结构上部 $h_t$ 厚覆土重标准值；

$G_{2s}$——每延米隧道结构自重与管道及设备自重标准值之和；

$M$——推力作用在锚固端的弯矩设计值；

$M_s$——按荷载组合计算出的弯矩值；

$N_c$——作用效应的标准组合下计算截面上的轴向力；

$N_d$——按最不利荷载组合求得的轴向力设计值；

$N_k$——轴力标准值；

$N'_k$——按最不利荷载组合求得的轴向力标准值；

$N_s$——按荷载组合计算出的轴力值；

$P$——地面车辆荷载传递到地下结构上的侧压力；

$p$——均布荷载值；

$Q_{vi,k}$——车辆的 $i$ 个车轮承担的单个轮压标准值；

$q$——围岩垂直均布压力；

$q_{hz,k}$——地面以下计算深度 $Z$ 处墙上的侧压力标准值；

$q_v$——作用在衬砌结构上不同点的竖向土压力；

$q_{vk}$——轮压传递到结构顶面处的竖向压力标准值；

$q_{vz,k}$——地面以下计算深度 $Z$ 处的竖向压力标准值；

$R$——结构构件抗力的设计值；

$S$——作用效应的基本组合设计值；

$S_{Gik}$——按第 $i$ 个永久作用标准值 $G_{ik}$ 计算的作用效

住房城乡建设部信息公开 测试专用

应值；

$S_{Qjk}$——按第 $j$ 个可变作用标准值 $Q_{jk}$ 计算的作用效应值；

$\sigma$——围岩弹性抗力强度；

$\sigma_t$——结构温度应力；

$\sigma_s$——受拉钢筋的应力；

$\sigma_z$——附加应力；

$\tau$——接触面上剪切应力。

**2.2.2** 材料指标：

$BQ$——岩体基本质量指标；

$[BQ]$——修正的岩体基本质量指标；

$C'$——土的有效黏聚力；

$E_c$——混凝土的弹性模量；

$E_e$——岩土的弹性压缩模量；

$E_g$——钢材的弹性模量；

$E_r$——岩土的弹性模量；

$E_s$——钢筋的弹性模量；

$f_{cd}$——混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_{cmd}$——混凝土弯曲抗压强度设计值；

$f_{ck}$——混凝土轴心抗压强度标准值；

$f_{ctk}$——混凝土轴心抗拉强度标准值；

$f'_{scd}$——钢筋的抗压强度设计值；

$f_{std}$——钢筋的抗拉强度设计值；

$I_{s(50)}$——岩石点荷载强度指数；

$J_v$——岩体体积节理数；

$K$——地层弹性抗力系数；

$K_v$——岩体完整性系数；

$R_c$——岩石单轴饱和抗压强度；

$S_k$——每立方米岩体非成组节理条数；

$S_n$——第 $n$ 组节理每米长测线上的条数；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$\gamma$——围岩重度；

$\gamma_n$——土的天然重度；

$\gamma_b$——回填土的重度；

$\gamma_{sat}$——土的饱和重度；

$\gamma_w$——水的重度；

$\gamma'_s$——地下水位以下土的有效重度；

$\mu$——泊松比；

$v_{pm}$——岩体弹性纵波速度；

$v_{pr}$——岩石弹性纵波速度；

$\varphi_f$——岩土内摩擦角；

$\varphi_c$——围岩计算摩擦角；

$\varphi'$——隧道上覆地层内摩擦角加权平均值。

**2.2.3** 几何特征：

$A$——构件截面面积；

$A_0$——计算截面的换算截面积；

$A_{ce}$——有效受拉混凝土截面面积；

$A_{cv}$——墙顶处土体破坏棱体上车辆传递竖向压力的作用面积；

$A_l$——混凝土局部受压面积；

$A_s$、$A'_s$——受拉区、受压区纵向钢筋截面面积；

$a$、$a'$——受拉区、受压区钢筋合力点至截面近边的距离；

$a_l$、$b_l$——面积荷载的长和宽；

$B$——隧道宽度；

$b$——构件截面宽度；

$b_f$——I形构件截面受压区的翼缘计算宽度；

$b_i$——$i$个车轮的着地分布宽度；

$C_s$——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离；

$d$——钢筋直径；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$d_{aj}$——沿车轮着地分布长度方向，相邻两个车轮间的净距；

$d_{bj}$——沿车轮着地分布宽度方向，相邻两个车轮间的净距；

$d_m$——加强槽钢之间的中心距；

$e$——轴向力作用点至受拉边钢筋 $A_s$ 合力点的距离；

$e_0$——轴向力对截面重心的偏心距；

$e'$——轴向力作用点至纵向受压钢筋合力点的距离；

$e_i$——轴向力对截面重心的初始偏心距；

$e_s$——附加偏心距；

$H$——覆土深度；

$H_i$——计算点至地面的距离；

$H_p$——检查室结构总高度；

$H_s$——检查室盖板顶面至设计地面的距离；

$H_t$——承压含水层顶板至结构底板（仰拱）底部的土层厚度；

$H_w$——承压水压力水头高度；

$h$——构件截面高度；

$h_0$——构件截面有效高度；

$h_{0i}$——第 $i$ 层钢筋截面重心至混凝土受压区边缘的距离；

$h_a$——深埋隧道围岩压力计算高度；

$h_f$——I 形构件截面受压区的翼缘高度；

$h_s$——墙顶处土体破坏棱体上车辆传递竖向压力的等代土高；

$h_t$——计算点至拱顶的垂直距离；

$I_x$、$I_y$——对 $x$ 轴、$y$ 轴的净截面惯性矩；

$L$——注浆管管长；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$L_s$——墙侧土体破坏棱体在墙顶处的长度；

$l$——构件计算长度；

$l_a$、$l_b$——推力作用位置距立柱较远、较近锚固端处的距离；

$l_h$——支架计算长度；

$l_s$——固定支架前后隧道总长度；

$l_t$——结构计算长度；

$m_a$——沿车轮着地分布宽度方向的车轮排数；

$m_b$——沿车轮着地分布长度方向的车轮排数；

$r$——浆液扩散半径；

$u$——纵向受拉钢筋截面周长的总和；

$u_s$——结构水平位移；

$W_0$——换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩；

$x$——混凝土受压区高度；

$x_b$——界限受压区高度；

$y_{sp}$——自截面重心至受拉边钢筋合力点的距离；

$Z$——设计地面至计算点的深度；

$Z_w$——自设计地面至地下水位的距离；

$z$——纵向受拉钢筋合力点至受压区合力点之间的距离；

$z_s$——待求点深度；

$z_t$——沿隧道纵轴方向计算长度；

$\alpha_i$——$i$ 个车轮的着地分布长度；

$\beta$——产生最大推力时的破裂角；

$\theta$——顶板土柱两侧摩擦角；

$\xi$——相对受压区高度；

$\xi_b$——相对界限受压区高度。

**2.2.4** 计算系数及其他：

$B_{max}$——支架立柱的变形值；

$[B]$——单根支架立柱在管道轴线位置处允许最大变

住房城乡建设部信息公开浏览专用

形值；

$C_c$——填埋式土压力系数；

$C_z$——地基水平阻力系数；

$f_x$、$f_y$——支架立柱在沿管道轴向($x$ 轴)、垂直管道轴向($y$ 轴)推力作用下产生的挠度；

$i$——$B$ 每增减 1m 时的围岩压力增减率；

$K_1$——地下水影响修正系数；

$K_2$——主要软弱结构面产状影响修正系数；

$K_3$——初始应力状态影响修正系数；

$K_a$——主动土压力系数；

$K_s$——结构设计稳定性抗力系数；

$K_{ws}$——施工降水安全系数；

$k$——矩形面积均布荷载角点下的应力系数；

$m$——参与组合的永久作用数；

$n$——参与组合的可变作用数；

$n_d$——地层空隙率；

$n_s$——竖向土压力系数；

$n_z$——车轮的总数量；

$Q$——浆液注入量；

$S$——围岩级别；

$T$——温差；

$\Delta u$——结构端部变位；

$w_{max}$——最大允许裂缝宽度；

$\alpha$——混凝土构件轴向力偏心影响系数；

$\alpha_0$——构件受力特征系数；

$\alpha_c$——地层充填系数；

$\alpha_{ct}$——混凝土拉应力限制系数；

$\alpha_h$——混凝土线膨胀系数；

$\beta_l$——混凝土局部受压时的强度提高系数；

$\beta_h$——浆液消耗系数；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$\gamma_0$——结构的重要性系数；

$\gamma_{Gi}$——第 $i$ 个永久作用的分项系数；

$\gamma_{Qj}$——第 $j$ 个可变作用的分项系数；

$\gamma_{Rc}$——混凝土衬砌构件抗压检算抗力分项系数；

$\gamma_{Rt}$——混凝土衬砌构件抗裂检算抗力分项系数；

$\gamma_s$——钢筋混凝土衬砌构件抗压检算分项系数；

$\gamma_{sc}$——混凝土衬砌构件抗压检算作用效应分项系数；

$\gamma_{st}$——混凝土衬砌构件抗裂检算作用效应分项系数；

$\delta$——支护或衬砌所产生的向围岩的变形值；

$\varepsilon$——结构应变；

$\zeta_1$——偏心距对截面弯曲的影响系数；

$\zeta_2$——构件长细比对截面弯曲的影响系数；

$\eta$——偏心距增大系数；

$\eta_f$——自由度系数；

$\eta_p$——混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数；

$\lambda$——侧压力系数；

$\mu_1$、$\mu_2$、$\mu_3$——土对结构侧面、顶面和底面的摩擦系数；

$\mu_D$——动力系数；

$\xi_z$——纵向受拉钢筋表面特征系数；

$\bar{n}_{te}$——按有效受拉混凝土面积计算的纵向受拉钢筋配筋率；

$\varphi$——混凝土构件纵向弯曲系数；

$\psi$——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；

$\Psi_c$——可变作用的组合系数；

$\omega$——宽度影响系数。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

# 3 工程地质与水文地质勘察

## 3.1 一 般 规 定

**3.1.1** 工程地质与水文地质勘察，应针对隧道工程的特点确定勘察的内容和范围，并应进行调查、测绘、勘探和试验。

**3.1.2** 工程地质与水文地质勘察，应查明隧道围岩的工程地质条件与水文地质条件、确定隧道围岩的分级，并应为结构设计计算提供岩土物理力学参数。

## 3.2 围 岩 分 级

**3.2.1** 隧道围岩的级别应选择影响围岩稳定性的岩石坚硬程度和岩体完整程度的两个基本因素，并应考虑地下水状态、初始应力状态和主要软弱结构面产状，采用定性划分和定量指标评定相结合的方法予以综合确定。围岩的分级应按以下顺序进行：

**1** 初步分级应按岩石的坚硬程度和岩体完整程度两个基本因素的定性特征和定量的岩体基本质量指标 *BQ* 综合划分；

**2** 详细定级应在初步分级基础上考虑修正因素的影响，修正岩体基本质量指标值；

**3** 详细分级应按修正的岩体基本质量指标[*BQ*]，结合岩体的定性特征综合评判、确定。

**3.2.2** 围岩分级中岩石坚硬程度、岩体完整程度两个基本因素的定性划分和定量指标及其对应关系应符合下列规定：

**1** 岩石坚硬程度的定性划分可按表 3.2.2-1 的规定执行。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**表 3.2.2-1　岩石坚硬程度的定性划分**

| 名称 | | 定性鉴定 | 代表性岩石 |
|---|---|---|---|
| 硬质岩 | 坚硬岩 | 锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎；浸水后大多无吸水反应 | 未风化～微风化的花岗岩、正长岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英片岩、硅质板岩、石英岩、硅质胶结的砾岩、石英砂岩、硅质石灰岩等 |
| | 较坚硬岩 | 锤击声较清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎；浸水后有轻微吸水反应 | 1　弱风化的坚硬岩；<br>2　未风化～微风化的熔结凝灰岩、大理岩、板岩、白云岩、石灰岩、钙质胶结的砂岩等 |
| 软质岩 | 较软岩 | 锤击声不清脆，无回弹，较易击碎；浸水后指甲可刻出印痕 | 1　强风化的坚硬岩；<br>2　弱风化的较坚硬岩；<br>3　未风化～微风化的凝灰岩、千枚岩、砂质泥岩、泥灰岩、泥质砂岩、粉砂岩、页岩等 |
| | 软岩 | 锤击声哑，无回弹，有凹痕，易击碎；浸水后手可掰开 | 1　强风化的坚硬岩；<br>2　弱风化～强风化的较坚硬岩；<br>3　弱风化的较软岩；<br>4　未风化的泥岩等 |
| | 极软岩 | 锤击声哑，无回弹，有较深凹痕，手可捏碎；浸水后可捏成团 | 1　全风化的各种岩石；<br>2　各种半成岩 |

**2**　岩石坚硬程度定量指标应采用岩石单轴饱和抗压强度 $R_c$ 表达。$R_c$应采用实测值，当无实测值时，可采用实测的岩石点荷载强度指数 $I_{s(50)}$，并应按下式计算：

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

$$R_c = 22.82(I_{s(50)})^{0.75} \qquad (3.2.2)$$

式中：$R_c$——岩石单轴饱和抗压强度(MPa)；

$I_{s(50)}$——岩石点荷载强度指数(MPa)。

**3** 岩石单轴饱和抗压强度 $R_c$ 与定性划分的岩石坚硬程度的对应关系可按表 3.2.2-2 确定。

**表 3.2.2-2 岩石单轴饱和抗压强度与定性划分的岩石坚硬程度的对应关系**

| 岩石单轴饱和抗压强度 $R_c$(MPa) | >60 | ≤60，>30 | ≤30，>15 | ≤15，>5 | ≤5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 坚硬程度 | 坚硬岩 | 较坚硬岩 | 较软岩 | 软岩 | 极软岩 |

**4** 岩体完整程度的定性划分可按表 3.2.2-3 的规定执行。

**表 3.2.2-3 岩体完整程度的定性划分**

| 名称 | 结构面发育程度 | | 主要结构面的结合程度 | 主要结构面类型 | 相应结构类型 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 组数 | 平均间距(m) | | | |
| 完整 | 1～2 | >1.0 | 好或一般 | 节理、裂隙、层面 | 整体状或巨厚层状结构 |
| 较完整 | 1～2 | >1.0 | 差 | 节理、裂隙、层面 | 块状或厚层状结构 |
| | 2～3 | ≤1.0，>0.4 | 好或一般 | | 块状结构 |
| 较破碎 | 2～3 | ≤1.0，>0.4 | 差 | 节理、裂隙、层面、小断面 | 裂隙块状或中厚层状结构 |
| | ≥3 | ≤0.4，>0.2 | 好 | | 镶嵌碎裂结构 |
| | | | 一般 | | 中、薄层状结构 |
| 破碎 | ≥3 | ≤0.4，>0.2 | 差 | 各种类型结构面 | 裂隙块状结构 |
| | | ≤0.2 | 一般或差 | | 碎裂状结构 |
| 极破碎 | 无序 | — | 很差 | — | 散体状结构 |

注：平均间距指主要结构面(1 组～2 组)间距的平均值。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**5** 岩体完整程度的定量指标应采用岩体完整性系数 $K_v$ 表达。$K_v$ 应采用基于弹性波速度测试的实测值，当无实测值时，可用岩体体积节理数 $J_v$，并按表 3.2.2-4 确定对应的 $K_v$ 值。

**表 3.2.2-4 岩体体积节理数与岩体完整性系数对照表**

| 岩体体积节理数 $J_v$（条/ $m^3$） | <3 | ≥3，<10 | ≥10，<20 | ≥20，<35 | ≥35 |
|---|---|---|---|---|---|
| 岩体完整性系数 $K_v$ | >0.75 | 0.75～0.55 | 0.55～0.35 | 0.35～0.15 | <0.15 |

**6** 岩体完整性系数 $K_v$ 与定性划分的岩体完整程度的对应关系可按表 3.2.2-5 确定。

**表 3.2.2-5 岩体完整性系数 $K_v$ 与定性划分的岩体完整程度的对应关系**

| 岩体完整性系数 $K_v$ | >0.75 | ≤0.75，>0.55 | ≤0.55，>0.35 | ≤0.35，>0.15 | ≤0.15 |
|---|---|---|---|---|---|
| 岩体完整程度 | 完整 | 较完整 | 较破碎 | 破碎 | 极破碎 |

**7** 岩体完整程度的定量指标 $K_v$、$J_v$ 的测试和计算方法应符合本规程附录 A 的规定。

**3.2.3** 岩体基本质量指标 $BQ$ 应根据分级因素的定量指标 $R_c$ 值和 $K_v$ 值按下式计算：

$$BQ = 90 + 3R_c + 250K_v \tag{3.2.3}$$

式中：$BQ$——岩体基本质量指标；

$K_v$——岩体完整性系数。

当 $R_c > 90K_v + 30$ 时，应以 $R_c = 90K_v + 30$ 和 $K_v$ 代入计算 $BQ$ 值；

当 $K_v > 0.04R_c + 0.04$ 时，应以 $K_v = 0.04R_c + 0.4$ 和 $R_c$ 代入计算 $BQ$ 值。

**3.2.4** 围岩详细定级时，岩体基本质量指标 $BQ$ 应符合下列

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

规定：

**1** 出现下列情况之一时，应对岩体基本质量指标 *BQ* 进行修正：

**1**）有地下水；

**2**）围岩稳定性受软弱结构面影响，且由一组起控制作用；

**3**）存在极高或高初始应力。

**2** 岩体基本质量指标 *BQ* 的修正应按下式计算：

$$[BQ] = BQ - 100(K_1 + K_2 + K_3) \qquad (3.2.4)$$

式中：[*BQ*]——修正的岩体基本质量指标；

$K_1$——地下水影响修正系数，按本规程表 A.0.2-1 确定；

$K_2$——主要软弱结构面产状影响修正系数，按本规程表 A.0.2-2 确定；

$K_3$——初始应力状态影响修正系数，按本规程表 A.0.2-3 确定。

围岩极高或高初始应力状态的评估，可按本规程表 A.0.3 确定。

**3.2.5** 围岩分级可按表 3.2.5 确定，并应符合下列规定：

**1** 当根据岩体基本质量定性划分与岩体基本质量指标[*BQ*]确定的级别不一致时，应重新审查定性特征和定量指标计算参数的可靠性，并应对其进行重新观察、测试。

**2** 在工程可行性研究和初步勘测阶段，可采用定性划分的方法或工程类比的方法进行围岩级别划分。

**表 3.2.5 围岩分级**

| 围岩级别 | 岩体或土体主要定性特性 | 岩体基本质量指标 *BQ* 或修正的岩体基本质量指标［*BQ*］ |
|---|---|---|
| Ⅰ | 坚硬岩，岩体完整，巨整体状或巨厚层状结构 | ＞550 |

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表 3.2.5

| 围岩级别 | 岩体或土体主要定性特性 | 岩体基本质量指标 $BQ$ 或修正的岩体基本质量指标［$BQ$］ |
|---|---|---|
| Ⅱ | 坚硬岩，岩体较完整，块状或厚层状结构；<br>较坚硬岩，岩体完整，块状整体结构 | 550～451 |
| Ⅲ | 坚硬岩，岩体较破碎，巨块（石）碎（石）状镶嵌结构；<br>较坚硬岩或较软硬岩层，岩体较完整，块状体或中厚层结构 | 450～351 |
| Ⅳ | 坚硬岩，岩体破碎，碎裂结构；<br>较坚硬岩，岩体较破碎～破碎，镶嵌碎裂结构；<br>较软岩或软硬岩互层，且以软岩为主，岩体较完整～较破碎，中薄层状结构 | 350～251 |
| | 土体：1 压密或成岩作用的黏性土及砂性土；<br>2 黄土（$Q_1$、$Q_2$）；<br>3 一般钙质、铁质胶结的碎石土，卵石土，大块石土 | — |
| Ⅴ | 较软岩，岩体破碎；<br>软岩，岩体较破碎～破碎；<br>极破碎各类岩体，碎、裂状，松散结构 | ≤250 |
| | 一般第四系的半干硬至硬塑的黏性土（如地下水位以上的粉质黏土）及稍湿至潮湿的碎石土，卵石（级配良好的砂卵石）土、圆砾、角砾土及黄土（$Q_3$、$Q_4$） | — |
| Ⅵ | 地下水环境中的粉质黏土；黏质粉土，粉细砂层、中砂层，级配不良的卵砾石、圆砾层，黏土，软土，淤泥质土等 | — |

注：本表不适用于膨胀性围岩、多年冻土等特殊条件的围岩分级。

**3.2.6** 各级围岩的自稳能力宜根据围岩变形量测和理论计算分

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

析来评定，也可按本规程表 A.0.4 的规定作出判断。

### 3.3 水文地质条件勘察

**3.3.1** 水文地质条件勘察应查明沿线与工程有关的水文地质条件，并应根据工程需要和水文地质的特点，评价地下水对岩土及隧道结构的作用和影响，预测地下水对工程施工可能产生的后果，并应提出防治措施。

**3.3.2** 水文地质条件勘察应调查历年最高水位、最低水位和回灌水位，且应分层查明地下水位、水量及含水层层位、地下水与地表水的水力联系和补给条件，测定有关地层的渗透性，并应按下列内容评价地下水对工程的影响：

**1** 应对施工采取降、排水措施可能引起的两侧建筑物变形、市政道路的下沉或塌陷、地下水动态的变化、地下管线或各种设施的变形等不利影响进行评价，并应提出防治措施；

**2** 隧道底板以下有承压水含水层时，应对施工过程中承压水头对隧道稳定性影响进行评价；

**3** 隧道穿越含水粉细砂、粉土层时，应对开挖引起潜蚀、流砂、涌土的可能性进行评价；

**4** 应对地下水对岩土的软化、崩解、湿陷、潜蚀等有害作用进行评价，必要时应进行结构抗浮验算；

**5** 应调查沿线人防工程、人工洞室的充水情况，并应对隧道的影响进行评价。

**3.3.3** 结构设计计算应根据土的物性、渗透性和地下水动力学条件，提出对水压力采取水土分算或水土合算的建议。

### 3.4 岩土力学参数

**3.4.1** 岩土力学参数应依据工程的地质条件和岩土工程勘察报告选取，并应符合下列规定：

**1** 当无详细勘察资料时，岩土强度的内聚力 $c$ 和内摩擦角 $\varphi$ 可按表 3.4.1-1 的规定取值。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**表 3.4.1-1　岩土强度的内聚力和内摩擦角**

| 岩土类型 | 岩土强度指标 | |
|---|---|---|
| | 内聚力 $c$（$\times 10^2$kPa） | 内摩擦角 $\varphi$（°） |
| 花岗岩 | 80～140 | 56 |
| 玄武岩 | 280 | 50 |
| 闪长岩 | 110 | 52 |
| 斑岩 | 220 | 56 |
| 云母片岩 | 80～90 | 62 |
| 千枚岩 | 22 | 47 |
| 泥灰岩 | 1.0 | 26 |
| 粗砂（$e \leqslant 0.5$） | 0.02 | 42 |
| 中砂（$e \leqslant 0.5$） | 0.03 | 40 |
| 细砂（$e \leqslant 0.5$） | 0.06 | 38 |
| 粉砂（$e \leqslant 0.5$） | 0.08 | 36 |
| 粉土 | 0.15 | 30 |
| 重粉质黏土 | 0.40 | 24 |
| 黏土 | 0.12 | 23 |
| 软土 | 0.10 | 10 |

注：表中 $e$ 为孔隙比。

**2**　岩土的弹性模量 $E_r$ 和泊松比 $\mu$ 的取值应符合下列规定：

**1**）泊松比 $\mu$ 可按表 3.4.1-2 的规定取值；

**2**）岩土的弹性模量 $E_r$ 可按表 3.4.1-2 的规定取值，也可根据弹性压缩模量和泊松比 $\mu$ 按下式计算确定：

$$E_r = E_e\left(1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu}\right) \qquad (3.4.1)$$

式中：$E_r$——岩土的弹性模量（MPa）；

$E_e$——岩土的弹性压缩模量（MPa）；

$\mu$——泊松比。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 3.4.1-2　岩土的弹性模量和泊松比值

| 岩土类型 | 弹性模量 $E_r$（$10^3$MPa） | 泊松比 $\mu$ |
|---|---|---|
| 辉绿岩 | 67.7～77.5 | 0.10～0.16 |
| 玄武岩 | 42.2～104.0 | 0.16 |
| 闪长岩 | 21.6～112.0 | 0.10～0.25 |
| 安山岩 | 42.2～104.0 | 0.16～0.20 |
| 花岗岩 | 53.3～67.7 | 0.10～0.25 |
| 流纹岩 | 21.6～112.0 | 0.10～0.16 |
| 火山角砾岩 | 9.8～112.0 | 0.10～0.16 |
| 砾岩 | 9.8～112.0 | 0.16～0.30 |
| 砂岩 | 27.3～53.0 | 0.10～0.20 |
| 砂质页岩 | 19.6～35.3 | 0.20～0.30 |
| 云母页岩 | 19.6～35.3 | 0.20～0.30 |
| 石灰岩 | 20.6～82.4 | 0.16～0.30 |
| 泥灰岩 | 3.7～20.6 | 0.20～0.40 |
| 白云岩 | 12.7～33.3 | 0.16～0.30 |
| 板岩 | 21.6～33.3 | 0.16 |
| 片麻岩 | 14.7～68.6 | 0.20～0.30 |
| 大理岩 | 9.8～33.3 | 0.16 |
| 粗砂（$e \leqslant 0.5$） | 0.046 | 0.30 |
| 中砂（$e \leqslant 0.5$） | 0.044 | 0.35 |
| 细砂（$e \leqslant 0.5$） | 0.037 | 0.35 |
| 粉砂（$e \leqslant 0.5$） | 0.014 | 0.35 |
| 粉土 | 0.026 | 0.33 |
| 重粉质黏土 | 0.035 | 0.30 |
| 黏土 | 0.023 | 0.35 |
| 软土 | 0.001～0.004 | 0.45～0.48 |

注：$e$ 为孔隙比。

**3**　地层弹性抗力系数 $K$ 可按表 3.4.1-3 的规定取值。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**表 3.4.1-3　地层弹性抗力系数**

| 地层岩土名称 | 弹性抗力系数 $K$（MPa/m） | |
|---|---|---|
| | 水平向 | 垂直向 |
| 坚硬的石灰岩、大理岩，不坚硬的花岗岩 | 1200～2000 | 1500～2500 |
| 普通砂岩 | 800～1200 | 1000～1500 |
| 砂质片岩、片状砂岩 | 600～800 | 750～1000 |
| 坚硬的板岩、不坚硬的砂岩及石灰岩，砾岩 | 400～600 | 500～750 |
| 不坚硬的片石、密实的泥灰岩 | 300～400 | 400～500 |
| 软片岩、软石灰岩、破碎砂岩、胶结的卵石、块石土壤 | 200～300 | 250～400 |
| 碎石土壤、破碎片石、粘结的卵石和碎石、硬化黏土 | 1200～200 | 150～250 |
| 密实黏土、坚硬的冲积土 | 60～120 | 80～150 |
| 湿砂、黏砂土、填土、泥炭、轻型黏土 | 50～60 | 40～80 |

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 4 平纵断面设计

## 4.1 一 般 规 定

**4.1.1** 检查室和隧道的平面及纵断面设计应满足城市规划、环境保护的要求，且应满足城市供热管网运行管理的要求。

**4.1.2** 检查室和隧道的平面及纵断面的确定应符合施工工艺或其他专业的有关要求。

**4.1.3** 检查室和隧道的平面及纵断面设计应考虑施工条件，符合现场施工的要求。

## 4.2 平　　面

**4.2.1** 隧道宜设计为直线，当因受条件限制应有转角时，转角角度不应小于90°。

**4.2.2** 隧道转角设计可采用直开洞门或格栅扇形排列的方式，并应有节点设计图。

**4.2.3** 隧道应避免下穿楼房等地上建筑物和地铁隧道、车站等大型地下构筑物，当因受条件限制需下穿时，应有可靠的环境风险源专项设计方案。

**4.2.4** 隧道应避免与雨水、污水、电力等市政管线同路由顺行。

**4.2.5** 竖井的设置应符合检查室的设置和施工条件的要求，其间距不应大于400m。

**4.2.6** **隧道末端处应设置与隧道连接的人孔。**

**4.2.7** 平面设计应绘制检查室（竖井）及隧道的平面位置、结构轮廓尺寸，并应绘制出检查室（竖井）的点号、初期支护、二次衬砌的厚度、隧道开挖方向等。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

## 4.3 纵 断 面

**4.3.1** 检查室与隧道宜选择在自稳能力强的地层中，不宜设置在流砂层、杂填土层、承压水层等不良地质地段，当不可避免时，应采取治水措施和围岩预加固设计方案。

**4.3.2** 检查室处的隧道覆土深度不宜大于12m。

**4.3.3** 隧道的坡度应根据热力管道的坡度要求、隧道排水等因素综合确定，两个竖井之间的隧道宜设置为单向坡，坡度不宜小于0.2%。

**4.3.4** 纵断面设计应表示不同高程的工程地质条件、与结构相关的主要地上及地下建（构）筑物、检查室（竖井）及供热管网隧道的纵断面位置、剖面尺寸、结构的初期支护、二次衬砌的厚度。

## 4.4 隧道横断面

**4.4.1** 隧道净宽、净高应按热力管线的管径尺寸、管道数量以及设备材料运输、安装、检查、维修等要求综合确定。

**4.4.2** 隧道横断面内净空形状宜为弧形拱、直边墙和平底板的马蹄形。

**4.4.3** 隧道的横断面尺寸设计宜考虑方便人员通行。

## 4.5 检查室（竖井）

**4.5.1** 检查室（竖井）位置设置应符合下列规定：

**1** 应遵循“占地面积少、拆迁量少、保护环境”的原则；

**2** 可利用供热管网的检查室或隧道转角位置；

**3** 应避开建、构筑物；

**4** 应避开地质突变地段；

**5** 应避开交通主干线、十字路口、小区、公共建筑出入口等车流、行人密集的地段；当设有泄水阀门的检查室位于机动车道时，应设置排水副井；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**6** 应便于出土、进料、管道或设备的吊装和运输。

**4.5.2** 检查室宜设计成矩形。

**4.5.3** 检查室内净空尺寸应符合下列规定：

**1** 应遵循“科学、合理、综合利用地下空间”的原则；

**2** 应满足热力管道和设备的安装、检修、更换等要求；

**3** 应满足工作人员安全通行、自然通风等要求；

**4** 从地面到井底的深度宜小于20m。

**4.5.4** 需安装热力设备的检查室应设置积水坑、设备吊装孔。

**4.5.5** 检查室应设置便于通风的对角人孔，人孔盖板尺寸和标志应符合城市规划和地面交通的要求。

**4.5.6** 检查室爬梯、护栏等的设计应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28和《城镇供热管网结构设计规范》CJJ 105的有关规定。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 5 材　　料

**5.0.1**　供热管网隧道工程常用建筑材料的种类及强度等级应符合下列规定：

**1**　主体结构混凝土强度等级应为 C30、C40；

**2**　喷射混凝土强度等级应为 C20、C25；

**3**　水泥砂浆强度等级应为 M7.5、M10、M15；

**4**　钢筋的种类和强度等级应为 HPB300、HRB335、HRB400；

**5**　钢材的强度等级应为 Q235、Q345。

**5.0.2**　供热管网隧道工程各结构部位的混凝土强度等级不应低于表 5.0.2 的规定。

**表 5.0.2　供热管网隧道工程各结构部位的混凝土强度等级**

| 工程部位 | | 混凝土强度等级 | |
|---|---|---|---|
| | | 喷射混凝土 | 钢筋混凝土 |
| 竖井及检查室 | 锁口圈梁 | — | C25 |
| | 侧墙 | C20 | C30 |
| | 盖板 | — | C30 |
| | 底板 | — | C30 |
| 隧道 | 拱圈 | C20 | C30 |
| | 侧墙 | C20 | C30 |
| | 仰拱 | C20 | C30 |
| | 底板 | C20 | C30 |

**5.0.3**　供热管网隧道工程使用的建筑材料除应满足结构强度和耐久性要求外，尚应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开 测试专用

**1** 应满足抗冻、抗渗、抗侵蚀的要求；

**2** 当有侵蚀性水经常作用时，所有混凝土和水泥砂浆均应采用具有抗侵蚀性能的特种水泥和骨料配置，其抗侵蚀性能应按水的侵蚀特征确定；

**3** 混凝土的设计指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定；

**4** 混凝土的抗渗等级不应低于 P8。相应混凝土的骨料应选择良好级配，且水胶比不应大于 0.5；

**5** 喷射混凝土应优先采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；

**6** 粗骨料应采用坚硬耐久的碎石或卵石，不得使用碱活性骨料；细骨料应采用坚硬耐久的中砂或粗砂，细度模数宜大于 2.5。喷射混凝土中的骨料粒径不宜大于 15mm，骨料宜采用连续级配；

**7** 锚杆用的水泥砂浆强度等级不应低于 M20；

**8** 钢筋混凝土构件中使用的钢筋应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1 和《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的有关规定；

**9** 初期支护的钢架宜采用钢筋制成，格栅节间加强筋形状宜为“8”字形或“之”字形；

**10** 钢筋网的材料宜采用 HPB300 钢筋，直径宜为 6mm～12mm；

**11** 钢材的设计指标应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定；

**12** 钢质锚杆杆体直径宜为 20mm～32mm，杆体应使用带肋钢筋，材料基本物理力学指标不应低于 HRB335、HRB400 钢筋，杆体断裂延伸率不得小于 16%；锚杆端头应设垫板，垫板材料宜采用 Q235 钢材。

**5.0.4** 混凝土和喷射混凝土中掺加外加剂的性能应符合下列



住房城乡建设部信息公开 浏览专用

规定：

**1** 应对混凝土的强度及其与围岩的粘结力无影响，且应对混凝土及钢材无腐蚀作用；

**2** 除速凝剂和缓凝剂外，应对混凝土的凝结时间影响小；

**3** 应易于保存、不易吸湿，且不应污染环境。

**5.0.5** 常用建筑材料的标准重度或计算重度可按表 5.0.5 选取。

**表 5.0.5 常用建筑材料的标准重度或计算重度**

| 材料名称 | 混凝土 | 钢筋混凝土<br>（配筋率在 3%以内） | 喷射混凝土 | 钢材 |
|---|---|---|---|---|
| 重度（$kN/m^3$） | 23 | 25 | 22 | 78.5 |

注：当钢筋混凝土配筋率大于 3%时，其重度应计算确定。

**5.0.6** 混凝土的强度标准值可按表 5.0.6 选取。

**表 5.0.6 混凝土的强度标准值**

| 混凝强度等级 | 混凝土的强度标准值（MPa） | |
|---|---|---|
| | 轴心抗压 $f_{ck}$ | 轴心抗拉 $f_{ctk}$ |
| C15 | 10.0 | 1.27 |
| C20 | 13.4 | 1.54 |
| C25 | 16.7 | 1.78 |
| C30 | 20.1 | 2.01 |
| C40 | 26.8 | 2.39 |

注：1 混凝土垂直浇筑，且一次浇筑层高度大于 1.5m 时，表中强度值应乘以系数 0.9；

2 计算现浇钢筋混凝土轴心受压构件时，如截面中的边长或直径小于 300mm，则表中强度值应乘以系数 0.8，当混凝土成形、截面和轴线尺寸等构件质量确有保证时，则不受此限制。

**5.0.7** 混凝土的强度设计值可按表 5.0.7 选取。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**表 5.0.7　混凝土的强度设计值**

| 混凝强度等级 | 混凝土的强度设计值（MPa） | | |
|---|---|---|---|
| | 轴心抗压强度 $f_{cd}$ | 轴心抗拉强度 $f_{ctk}$ | 弯曲抗压强度 $f_{cmd}$ |
| C15 | 7.2 | 0.91 | 8.5 |
| C20 | 9.6 | 1.10 | 11.0 |
| C25 | 11.9 | 1.27 | 13.5 |
| C30 | 14.3 | 1.43 | 16.5 |
| C40 | 19.1 | 1.71 | 21.5 |

**5.0.8**　混凝土的弹性模量 $E_c$ 应按表 5.0.8 的规定取值。混凝土的剪切变形模量可按所选受压弹性模量值的 0.4 倍采用。混凝土的泊松比可按 0.2 采用。

**表 5.0.8　混凝土的弹性模量**

| 混凝土强度等级 | C15 | C20 | C25 | C30 | C40 |
|---|---|---|---|---|---|
| 弹性模量 $E_c$（$\times 10^4$ MPa） | 2.22 | 2.55 | 2.80 | 3.00 | 3.25 |

**5.0.9**　当管道运行阶段的受热温度超过 20℃ 时，混凝土的强度值及弹性模量应予以折减，不同温度作用下混凝土强度值及弹性模量值的折减系数应符合表 5.0.9 的规定。

**表 5.0.9　不同温度作用下混凝土强度值及弹性模量值的折减系数**

| 受热温度（℃） | 折减系数 | | | 受热温度的取值 |
|---|---|---|---|---|
| | 轴心抗压强度 | 轴心抗拉强度 | 弹性模量 | |
| 20 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 轴心受压及轴心受拉时取计算截面的平均温度，弯曲受压时取表面最高受热温度 |
| 60 | 0.85 | 0.80 | 0.85 | |
| 100 | 0.80 | 0.70 | 0.75 | 承载能力极限状态计算时，取构件的平均温度，正常使用极限状态验算时，取内表面最高温度 |

注：当受热温度为中间值时，折减系数值可采用线性内插求得。

住房城乡建设部信息公开 浙派专用

**5.0.10** 混凝土和钢筋混凝土结构中使用的混凝土极限强度应符合表 5.0.10 的规定。

**表 5.0.10 混凝土极限强度**

| 混凝土强度等级 | 混凝土的极限强度（MPa） | | |
|---|---|---|---|
| | 抗压 | 弯曲抗压 | 抗拉 |
| C15 | 12.0 | 15.0 | 1.4 |
| C20 | 15.5 | 19.4 | 1.7 |
| C25 | 19.0 | 24.2 | 2.0 |
| C30 | 22.5 | 28.1 | 2.2 |
| C40 | 29.5 | 36.9 | 2.7 |

**5.0.11** 喷射混凝土的设计强度不应低于 C20，不同强度等级喷射混凝土的设计强度应符合表 5.0.11 的规定。

**表 5.0.11 喷射混凝土的设计强度**

| 混凝土强度等级 | 强度种类（MPa） | | |
|---|---|---|---|
| | 轴心抗压 | 弯曲抗压 | 抗拉 |
| C20 | 10.0 | 11.0 | 1.1 |
| C25 | 12.5 | 13.5 | 1.3 |

注：喷射混凝土的强度指采用喷射大板切割法，制作成边长为 100mm 的立方体，在标准条件下养护 28d，用标准方法所得的极限抗压强度乘以系数 0.95。

**5.0.12** 喷射混凝土的弹性模量应按表 5.0.12 采用。

**表 5.0.12 喷射混凝土的弹性模量**

| 喷射混凝土强度等级 | C20 | C25 |
|---|---|---|
| 弹性模量 $E_c$（$\times 10^4$MPa） | 2.10 | 2.30 |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**5.0.13** 钢筋强度的标准值与设计值应符合表5.0.13的规定。

**表5.0.13 钢筋强度的标准值与设计值**

| 钢筋种类 | 抗拉强度标准值（MPa） | 抗拉强度、抗压强度设计值（MPa） |
|---|---|---|
| HPB300 | 300 | 270 |
| HRB335 | 335 | 300 |
| HRB400 | 400 | 360 |

**5.0.14** 钢筋的弹性模量 $E_s$ 应按表5.0.14采用。

**表5.0.14 钢筋的弹性模量**

| 钢筋牌号或种类 | HPB300 | HRB335 | HRB400 |
|---|---|---|---|
| 弹性模量 $E_s$（$\times 10^5$ MPa） | 2.10 | 2.00 | 2.00 |

**5.0.15** 钢材的强度设计值应根据钢材厚度或直径按表5.0.15-1采用。焊缝的连接强度设计值应符合表5.0.15-2的规定。

**表5.0.15-1 钢材的强度设计值**

| 钢材类型 | | 钢材的强度设计值（MPa） | | |
|---|---|---|---|---|
| 型号 | 厚度或直径（mm） | 抗拉、抗压和抗弯 $f$ | 抗剪 $f_v$ | 端面承压（刨平顶紧）$f_{ce}$ |
| Q235钢 | ≤16 | 215 | 125 | 325 |
| | >16～40 | 205 | 120 | |
| | >40～60 | 200 | 115 | |
| Q345钢 | ≤16 | 310 | 180 | 400 |
| | >16～35 | 295 | 170 | |
| | >35～50 | 265 | 155 | |

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**表 5.0.15-2　焊缝的强度设计值**

| 焊接方法和焊条型号 | 构件钢材 | | 焊缝的强度设计值（MPa） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 对接焊缝 | | | | 角焊缝 |
| | 牌号 | 厚度或直径（mm） | 抗压 $f_c^w$ | 焊缝质量为下列等级时，抗拉 $f_t^w$ | | 抗剪 $f_v^w$ | 抗拉、抗压和抗剪 $f_f^w$ |
| | | | | Ⅰ级 Ⅱ级 | Ⅲ级 | | |
| 自动焊、半自动焊和 E43 型焊条的手工焊 | Q235 | ≤16 | 215 | 215 | 185 | 125 | 160 |
| | | >16～40 | 205 | 205 | 175 | 120 | |
| | | >40～60 | 200 | 200 | 170 | 115 | |
| 自动焊、半自动焊和 E50 型焊条的手工焊 | Q345 | ≤16 | 310 | 310 | 265 | 180 | 200 |
| | | >16～35 | 295 | 295 | 250 | 170 | |
| | | >35～50 | 265 | 265 | 225 | 155 | |

**5.0.16**　钢材的弹性模量 $E_g$ 可按 $2.06\times10^5$ MPa 采用。

**5.0.17**　钢材及其焊缝在温度作用下的强度设计值应予以折减，不同温度作用下钢材强度值的折减系数应符合表 5.0.17 的规定。

**表 5.0.17　不同温度作用下钢材强度值的折减系数**

| 钢材牌号 | 折减系数 | | |
|---|---|---|---|
| | ≤100（℃） | 150（℃） | 200（℃） |
| Q235、Q345 | 1.00 | 0.92 | 0.88 |

注：当受热温度为中间值时，折减系数值可采用线性内插求得。

**5.0.18**　防水材料的规格和性能应符合下列规定：

**1**　塑料防水板应采用易于焊接的防水板材，厚度不应小于 1.2mm，幅宽不宜小于 3m；

**2**　可选用乙烯-醋酸乙烯共聚物（EVA）、乙烯-共聚物沥青（ECB）和 ECB/EVA 共挤复合板等材料，不宜使用含有氯离子的防水材料；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**3** 塑料防水板物理力学性能应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 和《高分子防水材料　第 1 部分：片材》GB 18173.1 的有关规定；

**4** 无纺布的密度不应小于 350g/m$^2$。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 6 结构上的作用（荷载）

**6.0.1** 作用的分类应符合表 6.0.1 的规定。

**表 6.0.1 作用的分类**

| 序号 | 作用分类 | 结构受力及影响因素 |
|---|---|---|
| 1 | 永久作用 | 结构自重 |
| 2 | | 结构附加恒荷载 |
| 3 | | 围岩压力 |
| 4 | | 土压力 |
| 5 | | 混凝土收缩和徐变影响 |
| 6 | | 地基下沉影响 |
| 7 | | 热力管道及设备自重 |
| 8 | | 温度影响 |
| 9 | 可变作用 | 地面车辆荷载 |
| 10 | | 地表水或地下水的静水压力 |
| 11 | | 支架的推力 |
| 12 | | 施工荷载 |

**6.0.2** 作用应根据隧道所处的地形、地质条件、埋置深度、结构特征和工作条件、施工方法、相邻隧道间距等因素，按计算或工程类比确定。当施工中发现作用荷载与实际不符时，应及时修正。对地质条件复杂的隧道，应通过实地量测确定作用的代表值或荷载的计算值及其分布规律。

**6.0.3** 检查室（竖井）结构土压力标准值的确定应符合下列规定：

**1** 检查室结构上的竖向土压力标准值应按下列规定确定：

**1）** 当设计地面高于原状地面时，作用在结构上的竖向土

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

压力标准值应按下式计算：

$$F_{sv,k} = C_c \times \gamma_b \times H_s \qquad (6.0.3\text{-}1)$$

式中：$F_{sv,k}$——检查室结构顶面竖向土压力标准值（kPa）；

$C_c$——填埋式土压力系数，可按 1.2～1.4 取值；

$\gamma_b$——回填土的重度（kN/m³），可按 18kN/m³取值；

$H_s$——检查室盖板顶面至设计地面的距离（m）；

**2**）对由设计地面开槽施工的检查室，作用在结构上的竖向土压力标准值应按下式计算：

$$F_{sv,k} = n_s \times \gamma_b \times H_s \qquad (6.0.3\text{-}2)$$

式中：$n_s$——竖向土压力系数。当结构平面尺寸长宽比小于或等于 10 时，可按 1.0 取值；当结构平面尺寸长宽比大于 10 时，宜按 1.2 取值。

**2** 作用在检查室结构上的侧向土压力标准值（图 6.0.3）应按下列规定确定：

**1**）土压力标准值应按主动土压力计算；

**2**）当地面平整时，结构位于地下水位以上部分的主动土压力标准值应按下式计算：

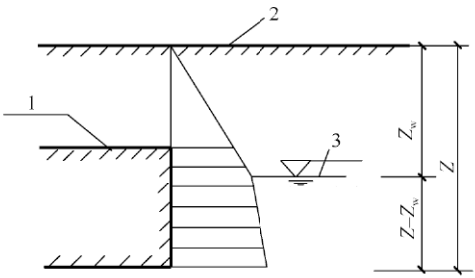



图 6.0.3 检查室侧墙上的主动土压力分布图

1—检查室；2—设计地面；3—地下水位

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$$e_{ak} = K_a \times \gamma_n \times Z \qquad (6.0.3\text{-}3)$$

式中：$e_{ak}$——地下水位以上的主动土压力标准值（kPa）；

$K_a$——主动土压力系数。应根据土的抗剪强度确定，当缺乏试验资料时，砂类土或粉土可取 1/3；对黏性土可取 1/3～1/4；

$\gamma_n$——土的天然重度（kN/m³）；

$Z$——设计地面至计算点的深度（m）。

**3**）结构位于地下水位以下部分的侧向水土压力，应根据地层条件的不同分别按水土分算法和水土合算法确定。

水土分算法计算时，检查室底板底面处的水土压力标准值可按下式计算：

$$e'_{ak} = K_a[\gamma_n \times Z_w + \gamma'_s(Z - Z_w)] - 2C'\sqrt{K_a} + \gamma_w(Z - Z_w) \qquad (6.0.3\text{-}4)$$

式中：$e'_{ak}$——检查室底板底面处的水土压力标准值（kPa）；

$Z_w$——自设计地面至地下水位的距离（m）；

$\gamma'_s$——地下水位以下土的有效重度（kN/m³）；

$C'$——土的有效黏聚力（kPa）；

$\gamma_w$——水的重度（kN/m³），可按 10kN/m³ 取值。

水土合算法计算时，检查室底板底面处的水土压力标准值可按下式计算：

$$e'_{ak} = K_a[\gamma_n \times Z_w + \gamma_{sat}(Z - Z_w)] - 2C'\sqrt{K_a} \qquad (6.0.3\text{-}5)$$

式中：$\gamma_{sat}$——土的饱和重度（kN/m³）。

**6.0.4** 地面车辆荷载对检查室结构的作用标准值的确定应符合下列规定：

**1** 地面车辆荷载传递到结构顶面的竖向压力标准值应按下列规定确定：

**1**）单个轮压传递到结构顶面的竖向压力标准值

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

（图 6.0.4-1）应按下式计算：

$$q_{vk}=\frac{\mu_D\times Q_{vi,k}}{(a_i+1.4H)(b_i+1.4H)} \qquad (6.0.4\text{-}1)$$

式中：$q_{vk}$——轮压传递到结构顶面处的竖向压力标准值（kPa）；

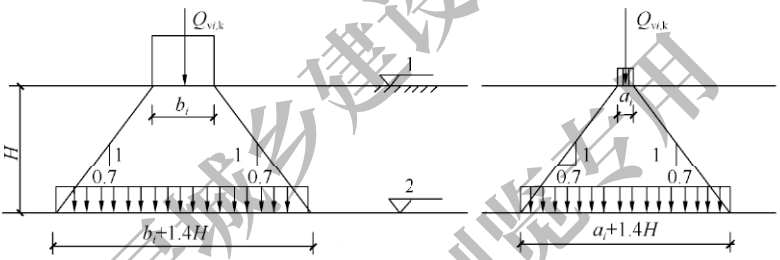
$\mu_D$——动力系数，可按表 6.0.4 的规定取值；

$Q_{vi,k}$——车辆的 $i$ 个车轮承担的单个轮压标准值（kN）；

$a_i$——$i$ 个车轮的着地分布长度（m）；

$b_i$——$i$ 个车轮的着地分布宽度（m）；

$H$——覆土深度（m）。




(a) 顺轮胎着地宽度的分布　　(b) 顺轮胎着地长度的分布

图 6.0.4-1　单个轮压的传递分布图

1—设计地面；2—结构顶面

**表 6.0.4　动力系数 $\mu_D$**

| 覆土深度 $H$（m） | 0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | ≥0.70 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 动力系数 $\mu_D$ | 1.30 | 1.25 | 1.20 | 1.15 | 1.05 | 1.00 |

**2**）两个或两个以上单排轮压综合影响传递到结构顶面的竖向压力标准值（图 6.0.4-2）应按下式计算：

$$q_{vk}=\frac{\mu_D\times n\times Q_{vi,k}}{(a_i+1.4H)\left(n\times b_i+\sum_{j=1}^{n-1}d_{bj}+1.4H\right)} \qquad (6.0.4\text{-}2)$$

住房城乡建设部信息公开浏览专用

式中：$n$——车轮的总数量（个）；

$d_{bj}$——沿车轮着地分布宽度方向，相邻两个车轮间的净距（m）。

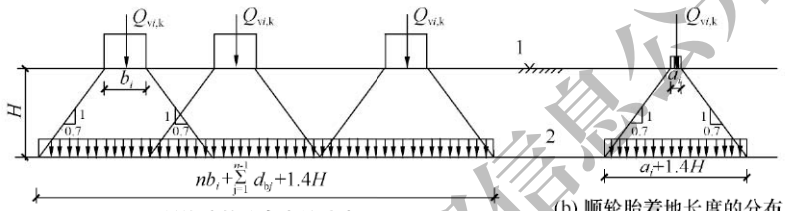



图 6.0.4-2　两个或两个以上单排轮压综合影响的传递分布图

1—设计地面；2—结构顶面

**3**）多排轮压综合影响传递到结构顶面的竖向压力标准值可按下式计算：

$$q_{vk}=\frac{\mu_D\sum_{i=1}^{n}Q_{vi,k}}{\left(\sum_{i=1}^{m_a}a_i+\sum_{j=1}^{m_a-1}d_{aj}+1.4H\right)\left(\sum_{i=1}^{m_b}b_i+\sum_{j=1}^{m_b-1}d_{bj}+1.4H\right)} \tag{6.0.4-3}$$

式中：$m_a$——沿车轮着地分布宽度方向的车轮排数（排）；

$m_b$——沿车轮着地分布长度方向的车轮排数（排）；

$d_{aj}$——沿车轮着地分布长度方向，相邻两个车轮间的净距（m）。

**2**　地面车辆传递到结构上的侧压力标准值应按下式计算：

$$q_{hz,k}=K_a\times q_{vz,k} \tag{6.0.4-4}$$

式中：$q_{hz,k}$——地面以下计算深度 $Z$ 处墙上的侧压力标准值（kN/ m²）；

$q_{vz,k}$——地面以下计算深度 $Z$ 处的竖向压力标准值(kN/ m²)。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

当检查井墙顶处由地面车辆荷载作用产生的竖向压力标准值$q_{vk}$分布长度小于墙侧土体的破坏棱体长度（$L_s$）时，地面以下计算深度$Z$处墙上的侧压力标准值可按下列公式计算：

$$q_{hz,k} = \gamma_b \times h_s \times K_a \tag{6.0.4-5}$$

$$h_s = \frac{q_{vk} \times A_{cv}}{\gamma_b \times L_s (b_i + d_{bj})} \tag{6.0.4-6}$$

$$L_s = H_p \sqrt{K_a} \tag{6.0.4-7}$$

式中：$L_s$——墙侧土体破坏棱体在墙顶处的长度（m）；

$h_s$——墙顶处土体破坏棱体上车辆传递竖向压力的等代土高（m）；

$A_{cv}$——墙顶处土体破坏棱体上车辆传递竖向压力的作用面积（$m^2$）；

$H_p$——检查室结构总高度（m）。

**6.0.5** 暗挖隧道恒荷载计算应符合下列规定：

**1** 计算深埋隧道衬砌时，围岩压力应按松散压力考虑，其垂直及侧向压力应按下列规定确定：

**1）** 垂直匀布压力应按下列公式计算：

$$q = \gamma \times h_a \tag{6.0.5-1}$$

$$h_a = 0.45 \times 2^{S-1} \times \omega \tag{6.0.5-2}$$

$$\omega = 1 + i(B - 5) \tag{6.0.5-3}$$

式中：$q$——围岩垂直均布压力（kPa）；

$\gamma$——围岩重度（$kN/m^3$）；

$h_a$——深埋隧道围岩压力计算高度（m）；

$S$——围岩级别；

$\omega$——宽度影响系数；

$B$——隧道宽度（m）；

$i$——$B$每增减1m时的围岩压力增减率，当$B$小于5m时，取$i$为0.2；$B$大于5m时，取$i$为0.1。

**2）** 作用在衬砌结构上的侧向压力应按下列公式计算：

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

$$e_t = \lambda \times q_v \tag{6.0.5-4}$$

$$\lambda = \tan^2\left(45° - \frac{\varphi_f}{2}\right) \tag{6.0.5-5}$$

$$q_v = q + \gamma \times h_t \tag{6.0.5-6}$$

式中：$e_t$——作用在衬砌结构上的侧向压力（kPa）；

$\lambda$——侧压力系数；

$q_v$——作用在衬砌结构上不同点的竖向土压力（kPa）；

$\varphi_f$——岩土内摩擦角（°）；

$h_t$——计算点至拱顶的垂直距离（m）。

**2** 对于地面基本水平的浅埋隧道（图 6.0.5），荷载计算标准值应符合下列规定：

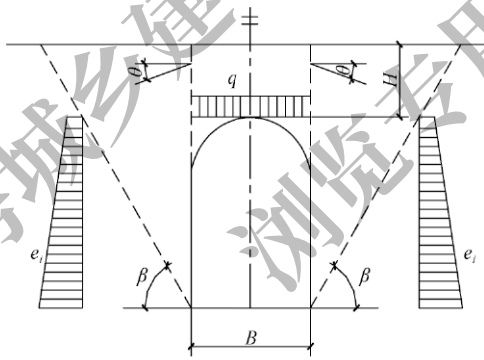



图 6.0.5 浅埋隧道所受的作用（荷载）图

1）当洞顶至地面高度大于或等于 $2.5h_a$ 时，隧道顶部垂直压力应按公式（6.0.5-1）计算。隧道顶部垂直压力应符合下列规定：

2）当洞顶至地面高度大于 $h_a$ 且小于 $2.5h_a$ 时，隧道顶部垂直压力应按下列公式计算：

$$q = \gamma \times H\left(1 - \frac{\lambda \times H \times \tan\theta}{B}\right) \tag{6.0.5-7}$$

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$$\lambda=\frac{\tan\beta-\tan\varphi_c}{\tan\beta[1+\tan\beta(\tan\varphi_c-\tan\theta)+\tan\varphi_c\tan\theta]} \quad (6.0.5\text{-}8)$$

$$\tan\beta=\tan\varphi_c+\sqrt{\frac{(\tan^2\varphi_c+1)\tan\varphi_c}{\tan\varphi_c-\tan\theta}} \quad (6.0.5\text{-}9)$$

式中：$H$——洞顶至地面高度（m）；

$\theta$——顶板土柱两侧摩擦角（°），为经验数值，当洞顶至地面高度小于或等于 $h_a$ 时，公式（6.0.5-7）中 $\theta$ 取 0；

$\beta$——产生最大推力时的破裂角（°）；

$\varphi_c$——围岩计算摩擦角（°）。

**3**）隧道侧墙水平荷载应按下式计算：

$$e_i=\gamma\times H_i\times\lambda \quad (6.0.5\text{-}10)$$

式中：$H_i$——计算点至地面的距离（m）；

$e_i$——作用在隧道侧墙任意点 $i$ 的侧压力（kPa）。

**6.0.6** 暗挖隧道活荷载计算应符合下列规定：

**1** 在道路下方的隧道结构，地面车辆对隧道结构作用标准值 $q_{vk}$ 可按本规程第 6.0.4 条的规定计算确定，且不应小于 20kPa；

**2** 地面车辆荷载传递到隧道结构上的侧压力 $P$，可按下列公式计算：

$$P=\lambda\times q_{vk} \quad (6.0.6\text{-}1)$$

$$\lambda=\tan^2\left(45°-\frac{\varphi'}{2}\right) \quad (6.0.6\text{-}2)$$

式中：$P$——地面车辆荷载传递到地下结构上的侧压力（kPa）；

$\varphi'$——隧道上覆地层内摩擦角加权平均值（°）。

**6.0.7** 结构附加恒荷载、混凝土收缩和徐变影响、地基下沉影响、热力管道及设备自重、温度影响应按本规程附录 B 的规定确定。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

# 7 检查室（竖井）结构设计与计算

## 7.1 一 般 规 定

**7.1.1** 检查室（竖井）宜采用复合衬砌结构。

**7.1.2** 竖井的初期支护与支撑的设计参数宜依据地质条件、地下水条件和环境条件，采用工程类比法进行设计，并应对初期支护在施工过程中的稳定性进行验算。

**7.1.3** 检查室爬梯宜设置在无沟口墙上或沟口一侧较宽墙上。当检查室高度超过 7m 时宜设置休息平台，休息平台以下的爬梯宜设计为斜梯。爬梯和斜梯宜设置护栏。

**7.1.4** 检查室结构的设计、施工、运行管理及养护应实行有效的质量管理和控制，结构应达到并保持规定的可靠性或安全度。

## 7.2 检查室（竖井）支撑设计

**7.2.1** 检查室（竖井）支撑的形式应综合考虑地层条件、环境条件、检查室（竖井）尺寸、检查室（竖井）围护结构的类型和检查室（竖井）的施工方法等因素，可选用型钢盘撑结合对撑和角部斜撑、钢管支撑。

**7.2.2** 倒挂井壁法施作的检查室（竖井）的型钢盘撑、对撑和角部斜撑的设计参数可按表 7.2.2 的规定确定。

**表 7.2.2 倒挂井壁法施作的检查室（竖井）的型钢盘撑、对撑和角部斜撑的设计参数**

| 类 型 | 设计参数 | | |
|---|---|---|---|
| | 规格 | 间距（m） | |
| | | 水平 | 垂直 |
| 槽形钢盘撑 | 与对撑槽钢的规格相匹配 | — | 每隔一榀格栅设置一道 |

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表 7.2.2

| 类　型 | 设计参数 | | |
|---|---|---|---|
| | 规格 | 间距（m） | |
| | | 水平 | 垂直 |
| 对撑 | 2［25a、2［28a、2［32a | 4～6 | 每隔一榀格栅设置一道 |
| 角部斜撑 | 2［16a、2［20a、2［22a | — | 每隔一榀格栅设置一道 |

**7.2.3**　围护结构为排桩或地下连续墙的检查室（竖井）的钢管支撑的规格可选用 $\phi$609/16、$\phi$609/14、$\phi$580/14、$\phi$580/12、$\phi$406/10 等，并应施加预加轴力，预加轴力宜控制在支撑力设计值的 40%～60%。

**7.2.4**　支撑的规格、设置的位置、道数、架设时机、预加轴力（预应力）等宜根据受力检算和工程类比确定，并应根据监控量测信息和施工情况及时调整。

**7.2.5**　支撑拆除设计应符合下列规定：

**1**　设计文件中应规定支撑拆除的顺序、时机以及支撑转换的措施；

**2**　支撑拆除顺序、时机，以及支撑转换措施宜根据工程类比法和监控量测信息及数值分析结果综合确定。

## 7.3　检查室（竖井）结构设计

**7.3.1**　检查室（竖井）围护结构的选型和设计参数应符合下列规定：

**1**　当地下水的处治采用降低地下水位的方法或采用注浆止水并加固地层的方法时，宜选用锚喷护壁作为围护结构，并应采用倒挂井壁的施工方法。锚喷护壁支护设计参数宜符合表 7.3.1-1 的规定；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 7.3.1-1　锚喷护壁支护设计参数

| | | |
|---|---|---|
| 格栅主筋 | 数量 | 4 根 |
| | 直径 | $\phi$25、$\phi$28、$\phi$32 |
| | 间距 | 0.5m、0.75m |
| 纵向连接筋 | 直径 | $\phi$25、$\phi$28、$\phi$32 |
| | 间距 | 0.5m |
| | 设置方式 | 宜设内外两层 |
| 锁脚锚管 | 型号 | $\phi$40mm 无缝钢管 |
| | 水平间距 | 1.0m～1.5m |
| | 锚管长度 | 2m～3m |
| | 竖向间距 | 3 榀～5 榀格栅 |
| | 方式 | 45°斜下方打设 |
| 喷射混凝土 | 强度等级 | C25 |
| | 厚度 | 0.30m、0.35m、0.40m |

**2**　当不能采用降低地下水位的方法或采用注浆方法达不到设计的止水效果时，宜选用钻孔灌注桩结合桩间旋喷桩或外侧旋喷桩墙作为围护结构。钻孔灌注桩、桩间旋喷桩及外侧旋喷桩墙支护设计参数宜符合表 7.3.1-2 的规定。

表 7.3.1-2　钻孔灌注桩、桩间旋喷桩及外侧旋喷桩墙支护设计参数

| 支护结构类型 | 支护参数 |
|---|---|
| 钻孔灌注桩 | $\phi$0.8m@1.2m、$\phi$0.9m@1.3m、$\phi$1.0m@1.4m、$\phi$1.1m@1.5m |
| 旋喷桩 | $\phi$0.6m |
| 旋喷桩墙 | 墙厚 0.6m |

**7.3.2**　检查室二衬结构的设计应采用以概率理论为基础的极限状态设计法，应以可靠指标度量其可靠度，并应采用符合其结构特点的基于分项系数的设计表达式进行设计。

**7.3.3**　检查室（竖井）的围护结构在施工阶段应能承受 100% 的侧土压力和其他荷载，并应对在施工过程中的变形和稳定性进

住房城乡建设部信息公开　试行本用

行验算。

**7.3.4** 锁口圈梁的地基应稳定，并应满足承载力要求。

**7.3.5** 锁口圈梁应与围护结构牢固连接构成“┐”形。

**7.3.6** 检查室（竖井）的二衬应承受部分侧土压力、100%的地下水压力和其他荷载，其强度等级不应低于C30，厚度不应小于0.25m。

**7.3.7** 当在检查室的中层板上设置固定支架时，应计算中层板的变形稳定性、局部抗压能力和板与二衬节点的抗剪能力。

**7.3.8** 对检查室人孔爬梯和检查平台的强度和稳定性应进行验算。

**7.3.9** 有固定支架的检查室结构设计应符合下列规定：

**1** 检查室的结构计算应考虑固定支架的作用；

**2** 设有固定支架的检查室在管道试压阶段及管道运行阶段，应将结构视为刚体进行抗滑移、抗倾覆验算；

**3** 检查室结构承受管道水平作用时的抗滑移稳定性可按本规程附录C的规定进行验算；

**4** 检查室在管道试压及运行阶段承受水平作用时的抗倾覆稳定验算，抗力应计入管道及设备自重、结构自重及结构上的竖向土压力，并应对地下水位以下部分扣除水的浮力。

## 7.4 马头门及检查室侧墙洞口结构设计

**7.4.1** 马头门结构及设计参数应符合下列规定：

**1** 马头门初衬应与竖井初衬设计成整体；

**2** 马头门断面形式和内轮廓尺寸应与标准隧道断面一致；

**3** 马头门设计参数应根据围岩级别、水文地质状况、竖井初衬厚度、马头门形式和尺寸、施工条件等，通过工程类比法和结构计算确定；

**4** 马头门开挖轮廓线外围应设有环形格栅，并应设在竖井井壁内。环形格栅可采用型钢或钢筋格栅，环形格栅应与竖井水平格栅可靠连接；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**5** 马头门沿拱顶 135°或整个顶拱范围内应设计超前支护，超前支护宜采用小导管注浆或大管棚；

**6** 马头门处的隧道格栅宜连架 3 榀。

**7.4.2** 检查室侧墙二衬结构开洞及设计参数应符合下列规定：

**1** 检查室侧墙应开洞，洞口形式可采用方形、马蹄形。洞口所处位置、开洞个数和洞口内净空尺寸等可根据工艺要求确定；

**2** 检查室侧墙洞口四周应进行补强设计；

**3** 洞口周边宜设计成封闭框架，并与竖井墙体结构连接成整体。

## 7.5 检查室结构计算

**7.5.1** 检查室二衬结构应根据承载能力极限状态及正常使用极限状态的要求分别进行承载力、变形、稳定及混凝土结构裂缝宽度的计算和验算。

**7.5.2** 钢筋混凝土结构检查室的结构计算应符合下列规定：

**1** 当盖板为预制装配时，盖板可按简支于侧墙计算。侧墙与底板计算应考虑管道运行和管道检修揭开盖板两种工况，荷载作用效应应按两种工况的不利者取用。侧墙上端在管道运行阶段，可视为不动铰支撑于盖板，在管道检修揭开盖板时应视为自由端，侧墙与侧墙、侧墙与底板的连接均应按闭合框架分析。

**2** 盖板、底板与侧墙为整体浇筑时，侧墙与盖板、侧墙与侧墙、侧墙与底板的连接均应按闭合框架分析。

**3** 当盖板、底板或侧墙上开有孔洞时，其结构计算简图应根据洞口位置、洞口尺寸及洞口加强措施等条件具体确定。

**4** 底板地基反力可按均匀分布简化计算。当底板短边的净长度大于 3m 时，宜考虑结构与地基土的共同作用。

**7.5.3** 结构设计应根据使用中在结构上可能同时出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载效应组合，并应取各自的最不利的效应组合进行设计。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**7.5.4** 结构按承载能力极限状态进行设计时，除应验算结构抗倾覆，抗滑移及抗浮外，均应采用作用效应的基本组合，并应采用下列设计表达式进行设计：

$$\gamma_0 \times S \leqslant R \tag{7.5.4}$$

式中：$\gamma_0$——结构的重要性系数，不应小于 1.0；

$S$——作用效应的基本组合设计值；

$R$——结构构件抗力的设计值。

**7.5.5** 计算结构按承载能力极限状态进行设计时，作用效应的基本组合设计值应按下式计算：

$$S = \sum_{i=1}^{m} (\gamma_{Gi} \times S_{Gik}) + \gamma_{Q1} \times S_{Q1k} + \Psi_c \sum_{j=2}^{n} (\gamma_{Qj} \times S_{Qjk}) \tag{7.5.5}$$

式中：$\gamma_{Gi}$——第 $i$ 个永久作用的分项系数；

$\gamma_{Qj}$——第 $j$ 个可变作用的分项系数；其中 $\gamma_{Q1}$ 为可变荷载 $Q_1$ 的分项系数；

$S_{Gik}$——按第 $i$ 个永久作用标准值 $G_{ik}$ 计算的作用效应值；

$S_{Qjk}$——按第 $j$ 个可变作用标准值 $Q_{jk}$ 计算的作用效应值；其中 $S_{Q1k}$ 为诸可变作用的作用效应中起控制作用者；

$\Psi_c$——可变作用的组合系数，可取 0.9；

$m$——参与组合的永久作用数；

$n$——参与组合的可变作用数。

**7.5.6** 永久作用分项系数应符合下列规定：

**1** 当作用效应对结构不利时，结构自重应按 1.2 取值，其他永久作用均应按 1.35 取值；

**2** 当作用效应对结构有利时，结构自重均应按 1.0 取值。

**7.5.7** 可变作用分项系数均应按 1.4 取值。

**7.5.8** 正常使用极限状态验算应符合下列规定：

**1** 结构的正常使用极限状态验算应包括变形、抗裂及裂缝宽度等，其计算值不得超过相应的规定限值；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**2** 结构穿越铁路、主要道路及建（构）筑物时，应进行受弯构件的挠度验算；

**3** 对正常使用极限状态，作用效应的标准组合设计值应按下式计算：

$$S = \sum_{i=1}^{m} S_{Gik} + S_{Q1k} + \Psi_c \sum_{j=2}^{n} S_{Qjk} \qquad (7.5.8\text{-}1)$$

**4** 当钢筋混凝土结构构件在标准组合作用下，计算截面处于受弯或大偏心受拉（压）时，其最大裂缝宽度可按本规程第8.4.11条和第8.4.12条的规定执行；

**5** 当钢筋混凝土结构构件在组合作用下，构件截面处于轴心受拉或小偏心受拉时，应按不允许裂缝出现控制，并应取作用效应的标准组合按下式验算：

$$N_c\left(\frac{e_0}{\eta_p \times W_0} + \frac{1}{A_0}\right) \leqslant \alpha_{ct} \times f_{ctk} \qquad (7.5.8\text{-}2)$$

式中：$N_c$——作用效应的标准组合下计算截面上的轴向力（MN）；

$\eta_p$——混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定确定；

$W_0$——换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩（$m^3$）；

$A_0$——计算截面的换算截面积（$m^2$）；

$\alpha_{ct}$——混凝土拉应力限制系数，可取0.87。

**7.5.9** 结构上的作用组合工况应符合下列规定：

**1** 检查室结构上的作用组合应按表7.5.9-1的规定确定；

**表7.5.9-1 检查室结构上的作用组合**

| 工况类别 | 永久作用 | | | | | | | 可变作用 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 附加恒荷载 | 结构自重 | 管道及设备自重 | 围岩（土）压力 | | 地基不均匀沉降 | 温度影响 | 地面车辆 | 地面堆积 | 静水压力（包括浮托力） | 管道水平作用 | 吊装荷载 | 操作荷载 |
| | | | | 竖向 | 侧向 | | | | | | | | |
| (1) | √ | √ | √ | √ | √ | △ | √ | √ | √ | √ | √ | — | △ |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表 7.5.9-1

| 工况类别 | 永久作用 | | | | | | | 可变作用 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 附加恒荷载 | 结构自重 | 管道及设备自重 | 围岩（土）压力 | | 地基不均匀沉降 | 温度影响 | 地面车辆 | 地面堆积 | 静水压力（包括浮托力） | 管道水平作用 | 吊装荷载 | 操作荷载 |
| | | | | 竖向 | 侧向 | | | | | | | | |
| (2) | √ | √ | — | — | √ | — | — | √ | √ | √ | — | — | △ |
| (3) | √ | √ | — | √ | √ | — | — | √ | √ | √ | — | √ | △ |
| (4) | √ | √ | √ | √ | √ | — | — | √ | √ | √ | √ | — | △ |

注：1 工况类别：(1) 为管道运行工况；(2) 为揭开检查室盖板进行管道检修工况；(3) 检查室在管道安装或检修阶段起吊管道，设备工况；(4) 为管道试压工况；

2 表中打“√”的作用为相应工况应予计算的项目；打“△”的作用应按具体设计条件确定采用；

3 地面车辆荷载和地面堆积荷载不应同时计算，应根据不利设计条件计入其中一项；

4 工况 (2) 在计算静水压力及浮托力时，地下水位不应高于侧墙顶端；

5 工况 (2) 在计算结构自重时，不应计入预制盖板自重；

6 管道水平作用，包括固定支架的水平推力，导向支架的水平推力及管道位移在活动支架结构上产生的水平作用；

7 操作荷载系指检修操作平台上的操作荷载，一般取 10kPa。

**2** 管道支架结构上的作用组合应按表 7.5.9-2 的规定确定。

**表 7.5.9-2 管道支架结构上的作用组合**

| 结构类型 | | 永久作用 | | 可变作用（管道水平作用） |
|---|---|---|---|---|
| | | 结构自重 | 管道及设备自重 | |
| 固定支架 | 管道运行工况 | √ | √ | √ |
| | 管道试压工况 | √ | √ | √ |
| 导向支架 | 管道运行工况 | √ | — | √ |
| 滑动兼导向支架 | 管道运行工况 | √ | √ | √ |
| 活动支架 | 管道运行工况 | √ | √ | √ |
| | 管道试压工况 | √ | √ | √ |

注：1 表中打“√”的作用为相应工况应予计算的项目；打“—”的作用应按具体设计条件确定采用；

2 对于活动支架，在管道试压工况下应计入管道偏心安装的影响；在管道运行工况下应计入管道运行时热膨胀引起的偏心的影响，管道偏心距应根据管网的布置及运行条件确定。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

**7.5.10** 结构在组合作用下的抗倾覆、抗滑移及抗浮验算，均应采用含设计稳定性抗力系数 $K_s$ 的设计表达式。结构设计稳定性抗力系数 $K_s$ 值不应小于表 7.5.10 的规定。验算时，抗力应只计入永久作用；抗力和滑动力、倾覆力矩、浮托力均应采用作用的标准值。

**表 7.5.10 结构设计稳定性抗力系数**

| 结构失稳特征 | | 稳定性抗力系数 $K_s$ |
|---|---|---|
| 结构承受水平作用，有沿基底滑动失稳 | | 1.30 |
| 结构承受水平作用，有倾覆失稳 | 隧道、检查室 | 1.50 |
| | 滑动支墩 | 2.00 |
| 隧道或检查室有浮动失稳 | 管道检修阶段 | 1.05 |
| | 管道运行阶段 | 1.10 |

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 8 隧道结构设计与计算

## 8.1 一 般 规 定

**8.1.1** 隧道应做衬砌，并宜采用复合式衬砌。

**8.1.2** 衬砌应有足够的强度和稳定性，并应根据地下水位和地下水腐蚀性等情况，采取防水和防腐蚀措施。

**8.1.3** 衬砌结构的类型和尺寸应根据使用要求、设计条件，结合施工条件、环境条件等，通过工程类比和结构计算综合分析确定。在施工阶段，还应根据现场监控量测调整支护参数，必要时可通过试验分析确定。

**8.1.4** 隧道衬砌设计应符合下列规定：

**1** 衬砌应为封闭结构；

**2** 衬砌断面宜采用直墙拱形；

**3** 围岩较差地段的衬砌应向围岩较好地段延伸 5 m～10m；

**4** 软硬地层分界处及对衬砌受力有不良影响处应设置变形缝；

**5** 支架处衬砌应采取加强措施。

**8.1.5** 隧道结构的设计、施工、运行管理及养护应实行有效的质量管理和控制，结构应达到并保持规定的可靠性或安全度。

## 8.2 隧道结构设计

**8.2.1** 初期支护结构设计应符合下列规定：

**1** 宜采用由注浆加固的地层、格栅钢架、挂钢筋网、喷射混凝土等支护形式组合的结构；

**2** 初期支护结构宜作为永久承载结构，并应具有足够的强度和刚度，对控制地层变形应起主要作用；

**3** 在预设计和施工阶段应对初期支护的稳定性进行判别；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**4** 钢筋网网格应按矩形布置。钢筋间距宜为 100mm，直径宜为 6mm～8mm，钢筋网之间以及钢筋网与格栅及纵向连接筋之间应连接可靠；

**5** 格栅钢架应分节制作，节段与节段之间应通过钢板用螺栓连接或焊接；

**6** 格栅钢架主筋的直径不宜小于 18mm，保护层不应小于 40mm，各排钢架之间连接钢筋直径应为 20mm～25mm，各排钢架的间距不应大于 1m。

**8.2.2** 二次衬砌结构设计应符合下列规定：

**1** 宜采用模筑钢筋混凝土结构；

**2** 应采用以概率理论为基础的极限状态设计法，应以可靠指标度量其可靠度，并应采用符合其结构特点的基于分项系数的设计表达式进行设计；

**3** 伸缩缝间距应按本规程附录 D 的规定确定，并应符合构造要求，不应超过 30m，伸缩缝宽度宜为 20mm～30mm；

**4** 隧道与检查室连接处应设置变形缝，变形缝距检查室外墙宜为 1.5m～4.0m，宽宜为 20mm～30mm；

**5** 固定支架处的结构应设置抗滑槽；

**6** 支架处结构厚度应满足混凝土局部抗压承载力的要求；

**7** 支架部位二次衬砌结构的纵向钢筋的配置，应根据支架推力的大小，经计算确定；纵向钢筋拉应变应满足支架推力作用的要求。

### 8.3 隧道转角处洞口反梁结构设计

**8.3.1** 隧道转角宜为直角，转角处应设置加高段，且宜在直角转弯 1m 处设置变形缝。

**8.3.2** 加高段的开洞口处，初期支护应设置封闭的钢格栅环框，环框宜为平底。加高段侧墙切断的初支钢格栅应与环框牢固连接。

**8.3.3** 在隧道转角处洞口的二衬内，顶拱应设置弧形反梁，底

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

部应设置底反梁。

## 8.4 隧道结构计算

**8.4.1** 隧道二衬结构应根据承载能力极限状态及正常使用极限状态的要求分别进行承载力、变形、稳定及混凝土结构裂缝宽度的计算和验算。

**8.4.2** 隧道结构上的作用的分类应符合本规程第6.0.1条的规定，管道支架结构上的作用组合应符合本规程表7.5.9-2的规定。隧道结构上的作用应根据不同的极限状态和设计状况进行组合，可按作用的基本组合进行设计，基本组合可表达为结构自重＋围岩压力或土压力。基本组合中各作用的组合系数取1.0，当考虑其他组合时，应另行确定作用的组合系数。

**8.4.3** 隧道结构内力和变形计算应符合下列规定：

**1** 宜选用荷载结构法，并宜采用平面有限元法求解；

**2** 应考虑隧道结构与围岩的相互作用，围岩弹性抗力的大小及分布可根据隧道支护或衬砌在作用下的变形、支护背后的回填情况和围岩的变形性质等因素，采用局部变形理论，按下式计算：

$$\sigma = K \times \delta \tag{8.4.3}$$

式中：$\sigma$——围岩弹性抗力强度（MPa）；

$K$——地层弹性抗力系数（MPa/m），可按本规程表3.4.1-3的规定取值；

$\delta$——支护或衬砌所产生的向围岩的变形值（m）。

**8.4.4** 隧道初期支护结构计算应符合下列规定：

**1** 作用在初期支护上的荷载应包括永久荷载中的地层压力和结构自重、可变荷载中的地面车辆荷载及其动力作用，可不计水压力、偶然荷载等其他荷载；

**2** 截面强度检算时，应将格栅钢架喷射混凝土初期支护每延米支护结构的钢筋量换算成钢筋混凝土矩形截面，并应按本规程第8.4.6条～第8.4.9条钢筋混凝土结构检算方法进行检算。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**8.4.5** 隧道二次衬砌结构计算应符合下列规定：

**1** 应按承担全部荷载（永久荷载、可变荷载和偶然荷载）计算，并应符合本规程第 8.4.2 条的规定；

**2** 隧道结构应按本规程第 8.4.6 条～第 8.4.9 条的规定检算截面强度，并应检算钢筋混凝土裂缝宽度；

**3** 支架处的隧道二次衬砌结构，应按本规程附录 C 的规定验算其抗滑移稳定性。

## Ⅰ 隧道结构承载能力极限状态计算

**8.4.6** 混凝土矩形截面中心及偏心受压构件的抗压承载能力应按下式检算：

$$\gamma_{sc} \times N_k \leqslant \frac{\varphi \times \alpha \times b \times h \times f_{ck}}{\gamma_{Rc}} \tag{8.4.6}$$

式中：$\gamma_{sc}$——混凝土衬砌构件抗压检算作用效应分项系数，深埋隧道取 3.95，浅埋隧道取 2.67；

$N_k$——轴力标准值（MN），由各种荷载标准值计算得到；

$\varphi$——混凝土构件纵向弯曲系数，隧道衬砌取 1.0；其他混凝土构件纵向弯曲系数应按表 8.4.6-1 的规定取值；

$\alpha$——混凝土构件轴向力偏心影响系数，应按表 8.4.6-2 的规定取值；

$b$——构件截面宽度（m）；

$h$——构件截面高度（m）；

$f_{ck}$——混凝土轴心抗压强度标准值（MPa），应按本规程表 5.0.6 的规定取值；

$\gamma_{Rc}$——混凝土衬砌构件抗压检算抗力分项系数，深埋隧道取 1.85，浅埋隧道取 1.35。

**表 8.4.6-1 混凝土构件纵向弯曲系数**

| 构件计算长度与截面高度的比值 $l/h$ | ＜4 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 构件纵向弯曲系数 $\varphi$ | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.91 | 0.86 | 0.82 | 0.77 | 0.72 |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表 8.4.6-1

| 构件计算长度与截面高度的比值 $l/h$ | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | — |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 构件纵向弯曲系数 $\varphi$ | 0.68 | 0.63 | 0.59 | 0.55 | 0.51 | 0.47 | 0.44 | — |

注：1 当构件中心受压时，$h$ 为截面短边边长；当偏心受压时，$h$ 为弯矩作用平面内的截面边长；

2 当 $l/h$ 为表列数值的中间值时，$\varphi$ 可按插值计算。

**表 8.4.6-2 混凝土构件轴向力偏心影响系数**

| 构件轴向力偏心距与截面高度的比值 $e_0/h$ | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.14 | 0.16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 构件轴向力偏心影响系数 $\alpha$ | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.996 | 0.979 | 0.954 | 0.923 | 0.886 | 0.845 |
| 构件轴向力偏心距与截面高度的比值 $e_0/h$ | 0.18 | 0.20 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.30 | 0.32 | 0.34 |
| 构件轴向力偏心影响系数 $\alpha$ | 0.799 | 0.750 | 0.698 | 0.645 | 0.590 | 0.535 | 0.480 | 0.426 | 0.374 |
| 构件轴向力偏心距与截面高度的比值 $e_0/h$ | 0.36 | 0.38 | 0.40 | 0.42 | 0.44 | 0.46 | 0.48 | — | — |
| 构件轴向力偏心影响系数 $\alpha$ | 0.324 | 0.278 | 0.236 | 0.199 | 0.170 | 0.142 | 0.123 | — | — |

**8.4.7** 受弯构件、偏心受压构件的受拉钢筋和受压区混凝土同时达到强度设计值时，相对界限受压区高度为界限受压区高度与截面有效高度之比 $x_b/h_0$，可按下式计算：

$$\xi_b = \frac{0.8}{1+(f_{std}/0.0033E_s)} \tag{8.4.7}$$

式中：$\xi_b$——相对界限受压区高度；

$f_{std}$——钢筋的抗拉强度设计值（MPa），应按本规程表 5.0.13 的规定取值；

$E_s$——钢筋的弹性模量（MPa），应按本规程表 5.0.14 的

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

规定取值。

**8.4.8** 偏心受压构件的计算应考虑构件在弯矩作用平面内挠曲对轴向力偏心距的影响，此时应将轴向力对截面重心的初始偏心距 $e_i$ 乘以偏心距增大系数 $\eta$。对矩形、T 形、工字形截面偏心受压构件，偏心距增大系数可按下列公式计算：

$$\eta = 1 + \frac{1}{1300(e_i/h_0)}\left(\frac{l}{h}\right)^2 \zeta_1 \times \zeta_2 \tag{8.4.8-1}$$

$$\zeta_1 = \frac{0.5 f_{cd} \times A}{N_d} \tag{8.4.8-2}$$

$$\zeta_2 = 1.15 - 0.01\frac{l}{h} \tag{8.4.8-3}$$

式中：$\eta$——偏心距增大系数，当隧道衬砌以及当构件高度与弯矩作用平面内的截面边长之比 $l/h$ 小于或等于 8 时，可不考虑挠度对偏心距的影响，取 $\eta=1$；

$e_i$——轴向力对截面重心的初始偏心距（m）；

$h_0$——构件截面有效高度（m），为构件截面高度 $h$ 与受拉区钢筋合力点至截面近边的距离 $a$ 之差；

$l$——构件计算长度（m）；

$\zeta_1$——偏心距对截面弯曲的影响系数，当计算所得的 $\zeta_1$ 大于 1 时，取 $\zeta_1=1$；

$\zeta_2$——构件长细比对截面弯曲的影响系数，当 $l/h$ 小于或等于 15 时，取 $\zeta_2=1$；

$f_{cd}$——混凝土轴心抗压强度设计值（MPa）；

$A$——构件截面面积（$m^2$）；

$N_d$——按最不利荷载组合求得的轴向力设计值（MN）。

偏心受压构件除应计算弯矩作用平面的受压承载力外，尚应按轴心受压构件检算垂直于弯矩作用平面的受压承载力，此时可不考虑弯矩作用，钢筋混凝土构件的纵向弯曲系数应按表 8.4.8 的规定取值，截面承载力应予以折减。

住房城乡建设部信息公开 试读专用

**表 8.4.8　钢筋混凝土构件的纵向弯曲系数**

| 构件计算长度与截面宽度的比值 $l/b$ | ≤8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 构件纵向弯曲系数 $\varphi$ | 1.00 | 0.98 | 0.95 | 0.92 | 0.87 | 0.81 |
| 构件计算长度与截面宽度的比值 $l/b$ | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| 构件纵向弯曲系数 $\varphi$ | 0.75 | 0.70 | 0.65 | 0.60 | 0.56 | 0.52 |

注：1　$l$ 为构件计算长度，两端刚性固定时，$l$ 取 0.5 倍的构件全长；一端刚性固定、另一端为不移动的铰时，$l$ 取 0.7 倍的构件全长；两端均为不移动的铰时，$l$ 取构件全长；一端刚性固定、另一端为自由端时，$l$ 取 2 倍的构件全长；

2　$b$ 取构件截面短边的宽度。

**8.4.9**　钢筋混凝土矩形截面偏心受压构件正截面强度计算应符合下列规定：

**1**　构件正截面强度（图 8.4.9）应按下列公式计算：

$$N_d \leqslant f_{cmd} \times b \times x + f'_{scd} \times A'_s - \sigma_s \times A_s \quad (8.4.9\text{-}1)$$

$$N_d \times e \leqslant f_{cmd} \times b \times x\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + f'_{scd} \times A'_s(h_0 - a') \quad (8.4.9\text{-}2)$$

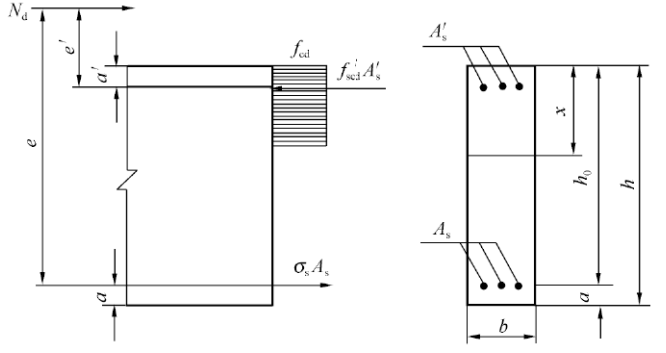



图 8.4.9　矩形截面偏心受压构件正截面图

住房城乡建设部信息公开 试读专用

式中：$f_{cmd}$——混凝土弯曲抗压强度设计值（MPa）；

$x$——混凝土受压区高度（m）；

$f'_{scd}$——钢筋的抗压强度设计值（MPa），应按本规程表5.0.13的规定取值；

$A_s$、$A'_s$——受拉区、受压区的纵向钢筋截面面积（$m^2$）；

$\sigma_s$——受拉钢筋的应力（MPa）；

$e$——轴向力作用点至受拉边钢筋$A_s$的合力点的距离（m）；

$a'$——受压区钢筋合力点至截面近边的距离（m）。

**2** 最不利荷载组合的轴向力设计值可按下式计算：

$$N_d = \gamma_s \times N'_k \tag{8.4.9-3}$$

式中：$\gamma_s$——钢筋混凝土衬砌构件抗压检算分项系数，深埋隧道衬砌取1.80，浅埋隧道衬砌取1.60；

$N'_k$——按最不利荷载组合求得的轴向力标准值（MN）。

**3** 轴向力作用点至受拉边钢筋的合力点的距离可按下式计算：

$$e = \eta \times e_i + y_{sp} \tag{8.4.9-4}$$

式中：$y_{sp}$——自截面重心至受拉边钢筋合力点的距离（m）。

**4** 轴向力对截面重心的初始偏心距可按下式计算：

$$e_i = e_0 + e_s \tag{8.4.9-5}$$

当$e_0 < 0.3h_0$时，$e_s = 0.12(0.3h_0 - e_0)$；

当$e_0 \geqslant 0.3h_0$时，$e_s = 0$。

式中：$e_0$——轴向力对截面重心的偏心距（m）；

$e_s$——附加偏心距（m）。

**5** 混凝土受压区高度$x$可按下式计算：

$$f_{cmd} \times b \times x\left(e - h_0 + \frac{x}{2}\right) \pm f'_{scd} \times A'_s \times e' - f_{std} \times A_s \times e = 0 \tag{8.4.9-6}$$

式中：$e'$——轴向力作用点至纵向受压钢筋合力点的距离（m）。

当$N_d$作用于$A_s$与$A'_s$的重心之间时，公式中“±”应取

住房城乡建设部信息公开浏览专用

“+”，否则应取“−”。

**6** 正截面强度计算，按本条进行检查时，应先判别大小偏心：

**1）** 当 $x \leqslant x_b$ 时为大偏心受压构件，公式（8.4.9-1）中 $\sigma_s = f_{std}$；

**2）** 当 $x > x_b$ 时为小偏心受压构件，公式（8.4.9-1）中 $\sigma_s$ 可按下式计算：

$$\sigma_s = \frac{f_{std}}{\xi_b - 0.8}\left(\frac{x}{h_{0i}} - 0.8\right) \tag{8.4.9-7}$$

式中：$h_{0i}$——第 $i$ 层钢筋截面重心至混凝土受压区边缘的距离（m）；

**3）** 当 $x > h$ 时，公式（8.4.9-1）及公式（8.4.9-2）中 $x = h$，$\sigma_s$ 应按求出的 $x$ 进行计算；

**4）** 对小偏心受压构件应按下式核算：

$$N_d\left[\frac{h}{2} - a' - (e_0 - e_s)\right] \leqslant f_{cmd} \times b \times h\left(\frac{h}{2} - a'\right) + f'_{scd} \times A_s(h_0 - a') \tag{8.4.9-8}$$

**5）** 矩形截面对称配筋的钢筋混凝土小偏心受压构件，钢筋截面面积可按下列近似公式计算：

$$A_s = A'_s = \frac{N_d \times e - \xi(1 - 0.5\xi) \times f_{cmd} \times b \times h_0^2}{f'_{scd}(h_0 - a')} \tag{8.4.9-9}$$

$$\xi = \frac{N_d - \xi_b \times f_{cmd} \times b \times h_0}{\dfrac{N_d \times e - 0.45 f_{cmd} \times b \times h_0^2}{(0.8 - \xi_b)(h_0 - a')} + f_{cmd} \times b \times h_0} \tag{8.4.9-10}$$

式中：$\xi$——相对受压区高度。

### Ⅱ 隧道结构正常使用极限状态计算

**8.4.10** 当 $e_0/h$ 小于或等于 1/6 时，可不对隧道衬砌的混凝土矩形偏心受压构件的抗裂承载能力进行检算，否则应按下式进行

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

检算：

$$\gamma_{st} \times N_k(6e_0 - h) \leqslant 1.75\varphi \times b \times h^2 \frac{f_{ctk}}{\gamma_{Rt}} \quad (8.4.10)$$

式中：$\gamma_{st}$——混凝土衬砌构件抗裂检算作用效应分项系数，深埋隧道衬砌取 3.1，浅埋隧道衬砌取 1.52；

$f_{ctk}$——混凝土轴心抗拉强度标准值（MPa），应按本规程表 5.0.7 的规定取值；

$\gamma_{Rt}$——混凝土衬砌构件抗裂检算抗力分项系数，深埋隧道衬砌取 1.45，浅埋隧道衬砌取 2.70。

**8.4.11** 钢筋混凝土衬砌结构构件按作用基本组合所求得的最大裂缝宽度不应大于 0.2mm。

**8.4.12** 钢筋混凝土受拉、受弯和偏心受压构件的最大裂缝宽度计算应符合下列规定：

**1** 对于 $e_0$ 小于或等于 $0.55h_0$ 的偏心受压构件，可不检算裂缝宽度，否则应按下式进行验算：

$$\omega_{max} = \frac{\alpha_0 \times \psi[1.9C_s + (0.08d/\rho_{te})]\sigma_s}{E_s} \quad (8.4.12\text{-}1)$$

式中：$\omega_{max}$——最大允许裂缝宽度（mm）；

$\alpha_0$——构件受力特征系数，轴心受拉构件取 2.7，受弯和偏心受压构件取 1.9，偏心受拉构件取 2.4；

$\psi$——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数；

$C_s$——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离（mm），当 $C_s$ 小于 20 时，$C_s$ 取 20；当 $C_s$ 大于或等于 65 时，$C_s$ 取 65；

$d$——钢筋直径（mm）；

$\rho_{te}$——按有效受拉混凝土面积计算的纵向受拉钢筋配筋率，当 $\rho_{te}$ 小于 0.01 时，$\rho_{te}$ 取 0.01。

**2** 裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数应按下列公式计算选取：

$$\psi = 1.1 - \frac{0.65 f_{ctk}}{\rho_{te} \times \sigma_s} \quad (8.4.12\text{-}2)$$

住房城乡建设部信息公开 测试专用

$$\rho_{te} = \frac{A_s}{A_{ce}} \qquad (8.4.12\text{-}3)$$

式中：$A_{ce}$——有效受拉混凝土截面面积（$m^2$）。

当裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数 $\psi$ 小于 0.2 时，$\psi$ 取 0.2；当 $\psi$ 大于 1.0 时，$\psi$ 取 1.0；对直接承受重复荷载的构件，$\psi$ 取 1.0。

**3** 有效受拉混凝土截面面积的计算应符合下列规定：

**1**）对受拉构件应取构件截面面积；

**2**）对受弯、偏心受压和偏心受拉构件（图 8.4.12）应按下式计算：

$$A_{ce} = 0.5b \times h + \frac{b_f - b}{h_f} \qquad (8.4.12\text{-}4)$$

式中：$b_f$——Ⅰ型构件截面受压区的翼缘计算宽度（m）；

$h_f$——Ⅰ型构件截面受压区的翼缘高度（m）。

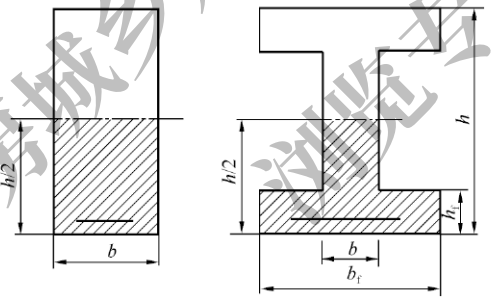



图 8.4.12　有效受拉混凝土截面面积图

**3**）对矩形截面应按下式计算：

$$A_{ce} = 0.5b \times h \qquad (8.4.12\text{-}5)$$

**4** 当采用不同直径钢筋时，钢筋直径应按下式计算：

$$d = \frac{4A_s}{\xi_z \times u} \qquad (8.4.12\text{-}6)$$

式中：$u$——纵向受拉钢筋截面周长的总和（mm）；

$\xi_z$——纵向受拉钢筋表面特征系数，变形钢筋取 1.0，光

住房城乡建设部信息公开浏览专用

面钢筋取 0.7。

**8.4.13** 裂缝宽度检算时，钢筋混凝土构件纵向受拉钢筋应力应按下列公式计算：

**1** 受弯构件：

$$\sigma_s = \frac{M_s}{0.87h_0 \times A_s} \tag{8.4.13-1}$$

式中：$M_s$——按荷载组合计算出的弯矩值（MN·m）。

**2** 偏心受压构件：

$$\sigma_s = \frac{N_s(e-z)}{A_s \times z} \tag{8.4.13-2}$$

$$z = \left[0.87 - 0.12\left(\frac{h_0}{e}\right)^2\right]h_0 \tag{8.4.13-3}$$

式中：$N_s$——按荷载组合计算出的轴力值（MN）；

$z$——纵向受拉钢筋合力点至受压区合力点之间的距离（m），且不大于 $0.87h_0$。

**3** 轴心受拉构件：

$$\sigma_s = \frac{N_s}{A_s} \tag{8.4.13-4}$$

**4** 偏心受拉构件：

$$\sigma_s = \frac{N_s \times e'}{A_s(h_0 - a')} \tag{8.4.13-5}$$

**8.4.14** 对于受弯构件，按作用基本组合计算的允许挠度值应符合表 8.4.14 的规定。

**表 8.4.14 受弯构件的允许挠度值**

| 构件类型 | | 允许挠度值（m） |
|---|---|---|
| 梁、板构件 | $l_0 \leqslant 5$m | $l_0/250$ |
| | 5m$< l_0 \leqslant$8m | $l_0/300$ |
| | $l_0 >$8m | $l_0/400$ |

注：$l_0$为受弯构件的计算跨度。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**8.4.15** 钢筋混凝土受弯构件在各种荷载组合作用下的变形（挠度和转角），可根据给定的刚度按材料力学的方法计算。

**8.4.16** 隧道结构上作用的组合工况可按本规程第7.5.9条的规定予以确定。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 9 支架结构设计与计算

## 9.1 一 般 规 定

**9.1.1** 支架宜采用型钢结构。

**9.1.2** 支架锚固形式可采用两端嵌固式或悬臂式。

**9.1.3** 支架计算应符合下列规定：

**1** 固定支架推力应由管道两侧的两根立柱共同承担；

**2** 导向支架推力应由单根立柱承担；

**3** 支架推力作用位置应在管道轴线与立柱相交处。

**9.1.4** 组合型钢支架的焊缝验算应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定。

**9.1.5** 钢支架的除锈、防腐应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

**9.1.6** 供水、回水管道支架宜错开 1.5m～2.0m 布置；固定支架的嵌固深度不应小于 200mm。

**9.1.7** 钢支架底部应设钢筋混凝土护墩，护墩高度不宜小于 150mm。

**9.1.8** 支架宜避开结构受力钢筋。

## 9.2 两端嵌固式支架结构

**9.2.1** 支架计算长度应取两锚固端之间的净长与一个锚固端长度之和。

**9.2.2** 支架结构宜按两端简支进行强度、抗剪、变形及稳定性验算；宜按两端固定进行混凝土局部承压验算。验算结果应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

**9.2.3** 支架立柱在推力作用下的变形可按下列公式验算：

住房城乡建设部信息公开浏览专用

$$B_{max}=\sqrt{f_x^2+f_y^2}\leqslant[B] \tag{9.2.3-1}$$

$$f_x=\frac{F'_{xk}\times l_b}{9E_g\times I_x\times l_h}\sqrt{\frac{(l_b^2+2l_a\times l_b)^3}{3}} \tag{9.2.3-2}$$

$$f_y=\frac{F'_{yk}\times l_b}{9E_g\times I_y\times l_h}\sqrt{\frac{(l_b^2+2l_a\times l_b)^3}{3}} \tag{9.2.3-3}$$

$$l_h=l_a+l_b \tag{9.2.3-4}$$

式中：$B_{max}$——支架立柱的变形值（mm）；

$f_x$、$f_y$——支架立柱在沿管道轴向（$x$ 轴）、垂直管道轴向（$y$ 轴）推力作用下产生的挠度（mm）；

$l_h$——支架计算长度（mm）；

$F'_{xk}$、$F'_{yk}$——作用在单根支架立柱上沿管道轴向和垂直管道轴向的推力标准值（N）；

$I_x$、$I_y$——对 $x$ 轴、$y$ 轴的净截面惯性矩（$mm^4$）；

$E_g$——钢材的弹性模量（MPa）；

$l_a$、$l_b$——推力作用位置距立柱较远、较近锚固端处的距离（mm）；

$[B]$——单根支架立柱在管道轴线位置处允许最大变形值（mm），可取 $l_h/250$。

**9.2.4** 支架锚固端（图 9.2.4）混凝土局部承压可按下列公式验算：

$$F_l+F_m\leqslant f_{cd}\times\beta_l\times A_l \tag{9.2.4-1}$$

$$F_m=\frac{M}{d_m} \tag{9.2.4-2}$$

式中：$F_l$——作用在锚固端混凝土上的局部压力设计值（N）；

$F_m$——锚固端产生的附加局部压力设计值（N）；

$\beta_l$——混凝土局部受压时的强度提高系数，可取 1.7～3.0，有实际经验时，可适当提高；

$A_l$——混凝土局部受压面积（$mm^2$），可取支架立柱（受力面）与锚固端混凝土接触面的面积；

$M$——推力作用在锚固端的弯矩设计值（N·mm），可取

住房城乡建设部信息公开浏览专用

按两端固定计算弯矩设计值的80%，当有可靠工程经验时，可适当减小；

$d_m$——加强槽钢之间的中心距（mm）。

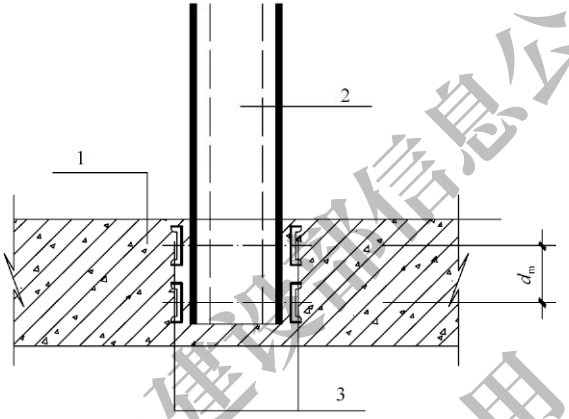



图 9.2.4　支架锚固端示意图

1—结构底板；2—支架立柱；3—加强槽钢

## 9.3　悬臂式支架结构

**9.3.1**　支架计算长度应取管道中心距支架底部的距离与锚固长度之和。

**9.3.2**　支架结构应按上端自由、下端固定进行强度、管道中轴线位置处变形、抗剪、稳定性及混凝土局部抗压强度等验算，验算结果应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

**9.3.3**　支架柱在管道中轴线位置处的变形可按下式验算：

$$B_{max}=\sqrt{\left(\frac{F'_{xk}\times l_h^3}{3E_g\times I_x}\right)^2+\left(\frac{F'_{yk}\times l_h^3}{3E_g\times I_y}\right)^2}\leqslant[B] \quad (9.3.3)$$

**9.3.4**　锚固端混凝土局部承压可按本规程公式（9.2.4-1）进行验算。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

## 9.4 支架横担结构

**9.4.1** 支架横担结构计算长度应取两根支架立柱之间的净间距。

**9.4.2** 作用在支架横担上的荷载应包括管道推力、管道自重。横担自重。管道自重标准值应计入管道矢跨的影响，管道矢跨系数宜取 1.0～1.5。

**9.4.3** 支架横担结构应按两端固定进行强度、变形、与支架立柱相接处的焊缝强度的验算，验算结果应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定。

## 9.5 支 架 构 造

**9.5.1** 支架锚固段内两侧应设置加强槽钢。

**9.5.2** 固定支架处的隧道结构的初支与二衬之间以及初支背后应进行注浆处理。

**9.5.3** 支架立柱和横担应避开人孔、吊装孔、集水坑、工艺设备等。

**9.5.4** 支架端部应设封堵钢板，封板厚度宜为 8mm～12mm，且应每侧伸出支架柱 10mm～20mm。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 10 地下水处治及地层预加固设计

## 10.1 一般规定

**10.1.1** 软弱和松散地层可采用地层注浆、超前小导管、管棚及地层冻结等措施进行预加固。地层的预加固应与隧道施工过程中对地下水的处治统筹考虑。

**10.1.2** 地层预加固及地下水的处治应依据工程地质和水文地质资料，并结合工程施工对环境影响的控制要求进行设计。设计方法宜采用信息化动态设计。设计参数的确定在设计阶段可采用工程类比法，在工程实施阶段应根据现场地质及水文情况、监测反馈信息及时修正相关设计参数。

**10.1.3** 地下水的处治应遵循节约地下水资源、保护地下水环境、防止对地下水的污染的原则，并应符合国家和地方的有关规定。

## 10.2 地下水处治

**10.2.1** 地下水的处治方案应依据工程地质条件、水文地质条件和环境条件综合确定，可采用注浆止水、降低地下水位和地层冻结等方法，以达到无水作业的施工条件。

**10.2.2** 注浆止水应符合下列规定：

**1** 不得使用污染环境的化学浆液；

**2** 可采用地面注浆、洞内注浆或二者结合的方式；

**3** 宜与洞内引排相结合，并应以堵为主，以排为辅；

**4** 注浆方法、注浆材料的选择和注浆参数的确定应符合本规程第 10.3 节的规定。

**10.2.3** 施工降水设计应根据工程地质条件、地下水条件、环境条件和隧道结构条件，遵循抽水、下渗、回灌相结合的原则，确

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

定合理的降低地下水位的方法和施工降水设计参数。

**10.2.4** 降低地下水位应符合下列规定：

**1** 施工范围内的上层滞水应全部疏干；

**2** 施工范围内的潜水位应降低至结构底板（仰拱）以下0.5m～1.0m。当结构底板（仰拱）在潜水含水层底板以下时，应将潜水含水层疏干；当层间潜水分布在结构底板（仰拱）以上时，应将层间潜水疏干；

**3** 当结构底板（仰拱）在承压水含水层的顶板以下，且在底板以上时，施工范围内的承压水的压力水头高度应降低至结构底板（仰拱）以下0.5m～1.0m；当结构底板（仰拱）在承压水含水层的底板以下，则应将承压水疏干；当结构底板（仰拱）在承压水含水层顶板以上时，施工范围内的承压水的压力水头高度可按下式进行控制：

$$\frac{H_t \times \gamma_n}{H_w \times \gamma_w} \geqslant K_{ws} \tag{10.2.4}$$

式中：$H_t$——承压含水层顶板至结构底板（仰拱）底部的土层厚度（m）；

$H_w$——承压水压力水头高度（m）；

$K_{ws}$——施工降水安全系数，取1.2。

**4** 对由降水引起的周边建（构）筑物的沉降和倾斜应进行预测，不得影响周边建（构）筑物的安全和正常使用。

**10.2.5** 当降水效果不理想时，宜采取与洞内处理残留水相结合的措施。

## 10.3 地层注浆

**10.3.1** 地层注浆方法的选择应符合表10.3.1的规定。

**表10.3.1 地层注浆方法的选择**

| 地层特性 | 地层注浆方法 |
| --- | --- |
| 在裂隙具有一定张开度的裂隙岩体、砂卵石及粗砂地层 | 宜采用充填孔隙的渗入注浆法 |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表 10.3.1

| 地层特性 | 地层注浆方法 |
| --- | --- |
| 在中砂、粉细砂、黏质粉土地层 | 宜采用渗透和劈裂相结合的注浆法 |
| 在粉质黏土等黏土层 | 宜采用劈裂或电动硅化注浆法 |
| 在淤泥质软土层 | 宜采用高压喷射注浆法 |

**10.3.2** 注浆材料应符合下列规定：

**1** 应具有良好的可注性；

**2** 应具有良好的粘结力和一定的强度、抗渗、耐久和稳定性，当地下水有侵蚀作用时，应采用耐侵蚀性的材料；

**3** 应无毒并对环境污染小；

**4** 宜对注浆工艺要求简单，且应操作方便、安全可靠。

**10.3.3** 注浆浆液应符合下列规定：

**1** 注浆浆液的选择应符合表 10.3.3 的规定；

**表 10.3.3 注浆浆液的选择**

| 地层特性 | 注浆浆液 |
| --- | --- |
| 在裂隙具有一定张开度的裂隙岩体、砂卵石及粗砂地层中进行充填孔隙的渗入注浆 | 宜选用水泥水玻璃双液浆，无水状态可选用水泥单液浆 |
| 在中砂、粉细砂、黏质粉土地层中进行渗透和劈裂相结合的注浆 | 宜选用水泥/超细水泥单液浆或改性水玻璃单液浆 |
| 在粉质黏土等黏土层中进行劈裂注浆 | 宜选用超细水泥单液浆或改性水玻璃单液浆 |
| 在淤泥质软土层中进行高压喷射注浆 | 宜选用水泥或超细水泥单液浆 |

**2** 注浆浆液的配合比应在试验室试配的基础上经现场试验确定。

**10.3.4** 注浆孔间距和注浆压力宜根据地层特性、地下水动力学

住房城乡建设部信息公开浏览专用

条件和浆液在地层中的可注入性，经工程类比和试验确定。

**10.3.5** 设计文件中应对注浆后地层的允许出水量等止水效果和浆液加固体的强度提出明确要求。

## 10.4 超前小导管及管棚

**10.4.1** 超前小导管注浆和管棚应根据地质条件、环境条件、隧道断面大小及支护结构形式选用不同的设计参数。

**10.4.2** 超前小导管宜采用$\phi$32mm或$\phi$42mm钢管制作，长度宜为1.5m～3.0m。纵向每开挖1个～2个循环后应注浆1次，小导管纵向搭接长度不应小于1m。

**10.4.3** 超前小导管应沿隧道周边布置，环向间距不应大于400mm，外插角宜为10°～15°。

**10.4.4** 超前小导管注浆参数应符合下列规定：

**1** 浆液终压应根据现场地质情况通过注浆试验确定，宜为0.3 MPa～0.5MPa；

**2** 注浆量可按下式计算：

$$Q = \pi r^2 \times L \times n_d \times \alpha_c \times \beta_h \qquad (10.4.4)$$

式中：$Q$——浆液注入量（$m^3$）；

$r$——浆液扩散半径（m），可取0.25；

$L$——注浆管长（m）；

$n_d$——地层空隙率，可按表10.4.4选用；

$\alpha_c$——地层充填系数，可取0.8；

$\beta_h$——浆液消耗系数，可取1.1～1.2。

**表10.4.4 地层孔隙率**

| 地　层 | 孔隙率（%） |
|---|---|
| 冲积成因的中、粗、砾砂 | 33～46 |
| 粉砂 | 33～49 |

**3** 注浆速度应小于或等于30L/min。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**10.4.5** 超前小导管注浆材料应根据隧道所处地层条件选择，并应符合下列规定：

**1** 无水的粗砂及砂砾石地层宜选择单液水泥浆；

**2** 无水的中砂及粉细砂地层宜选择改性水玻璃浆；

**3** 有水的粗砂及砾石地层宜选择水泥—水玻璃浆双液浆；

**4** 对前期及后期强度要求很高的地层可选择硫铝酸盐水泥类浆。

**10.4.6** 管棚应沿隧道顶拱开挖轮廓的周边布置，其钢管宜采用$\phi$60mm～$\phi$180mm无缝钢管加工制作。钢管的环向间距宜为300mm～500mm，外插角不应大于3°。沿隧道纵向两节管棚的水平搭接长度不应小于1.5m。

**10.4.7** 管棚注浆浆液宜采用水泥砂浆。

## 10.5 旋喷注浆加固

**10.5.1** 砂类土、黏性土、淤泥和黄土等软弱土层宜选用旋喷注浆加固。

**10.5.2** 旋喷注浆加固地层设计应符合下列规定：

**1** 旋喷方式应根据地层条件、工程结构形式、环境条件和设备类型等确定，可选用地面垂直旋喷、定向旋喷，隧道内水平旋喷方式；

**2** 旋喷范围应根据地层性质、地下水条件和开挖范围等确定，并应包括加固体的形状及大小尺寸；

**3** 工艺参数应包括旋喷压力、浆液的材料和配比等，并应符合下列规定：

1）喷嘴出口处的压力宜控制在0.2 MPa～1.0MPa；

2）浆液的材料、配比应根据地层条件、地下水压力和流速，并经工程类比和试验室试验、现场试验确定。旋喷浆液宜为水泥浆，其水灰比宜控制在（1.0～1.2）：（0.7～1.0）。当地下水流速较大时，可掺加一定量的促凝剂调节浆液的凝结时间；

住房城乡建设部信息公开 测试专用

**4** 加固体的强度应根据地层条件、加固部位等因素，通过工程类比确定。加固体的28d强度宜控制在1.0 MPa～1.5MPa；

**5** 加固体的止水效果应达到在钻孔检查时不渗水、不塌孔；

**6** 加固效果的检测应包括检测方法、检测数量及加固效果的评价。检测方法可选用钻芯取样法或静力、动力触探法。

## 10.6 地 层 冻 结

**10.6.1** 地下水含量大于10%、流速不大于10m/d、含盐量较小、水温变化幅度不大的软土、流砂、卵砾石地层可选用冻结法进行地层的预加固。

**10.6.2** 地层冻结设计前应进行详细的地质条件和地下水条件调查，并应包括下列内容：

**1** 地层中地下水的含量、水位的变化、流速流向、含盐量、水温以及和其他水体的水力联系；

**2** 地层的颗粒组成及级配；

**3** 开挖体及其影响范围内地层中的隔水层厚度及其物理力学性质；

**4** 地层的可钻性；

**5** 地层是否为扰动土层。

**10.6.3** 地层冻结设计应符合下列规定：

**1** 冻结方式应根据工程结构和环境条件、地层条件等确定，可选择垂直冻结、水平冻结或倾斜冻结；

**2** 冻结范围应根据地层性质、地下水条件和开挖范围等确定，并通过工程类比和计算分析确定冻结壁的形状和尺寸，包括冻结壁的长度、厚度和宽度等；

**3** 工艺参数应根据地层条件、地下水条件、开挖时间、冻结管的温度，并经计算和工程类比确定，并应包括冻结壁平均温度、积极冻结扩展速度、积极冻结时间和维护冻结时间；

**4** 冻结孔的布置参数应依据冻结壁的厚度、积极冻结扩展速度等经计算确定，并应包括冻结孔的间距（包括开孔间距、终

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

孔控制间距）、角度、排数（单排、双排或多排）及排列形式。单排冻结孔间距宜为 0.5m～1.2m，多排冻结孔的排距宜为 0.5m～1.0m；

**5** 冻胀引起的地表隆起宜小于 6mm，冻结壁解冻引起的地表沉降宜小于 10mm。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 11 结构防水

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 检查室和隧道应根据气候条件、工程地质和水文地质条件，并应考虑不同的结构部位、温度效应和使用要求等因素进行结构防水设计。

**11.1.2** 结构防水应以结构自防水为根本、细部构造防水为重点，并应遵循以防为主、刚柔结合、多道防线、因地制宜、综合治理的原则，采取与其相适应的防水措施。

**11.1.3** **结构防水等级不应低于二级。**

**11.1.4** 结构防水设计应采取预防结构混凝土早期裂缝的措施。

## 11.2 混凝土结构自防水

**11.2.1** 结构自防水应采用防水混凝土，防水混凝土抗渗等级不得低于P8。处于侵蚀性介质中，防水混凝土的耐侵蚀系数不得小于0.8。

**11.2.2** 防水混凝土结构不得有贯通裂缝。

**11.2.3** 防水混凝土所用的材料和配合比应满足结构耐久性的要求，并应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的有关规定。

**11.2.4** 防水混凝土结构的构造应符合下列规定：

**1** 结构厚度不应小于250mm；

**2** 钢筋保护层厚度应根据结构的耐久性和工程环境选用，迎水面钢筋保护层厚度不应小于50mm。

## 11.3 附加防水层

**11.3.1** 复合式衬砌的初期支护与二次衬砌之间应选用耐腐蚀、



住房城乡建设部信息公开 浏览专用

耐霉菌、耐穿刺，延伸性和柔性好的塑料防水板做防水层。塑料防水板的厚度不应小于 1.2mm。塑料防水板与基面之间应采用重量不小于 350g/m²的土工布作为缓冲层。

**11.3.2** 塑料板防水层的铺设应符合下列规定：

**1** 塑料板的缓冲层应用暗钉圈固定在基层上，塑料板应边铺边将其与暗钉圈焊接牢固；

**2** 两幅塑料板的搭接宽度应为 100mm，下部塑料板应压住上部塑料板。搭接缝应采用双条焊缝焊接，单条焊缝的有效焊接宽度不应小于 10mm。焊缝质量应进行充气检查，当空腔内充气压力达到 0.25MPa 时，15min 内压力下降不应大于 10%。

**11.3.3** 敷设塑料防水板的基面应符合下列规定：

**1** 塑料防水板的平整度应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的有关规定；

**2** 敷设塑料防水板的基面可处于潮湿状态，但不应有滴漏，不得有线流水；

**3** 仰拱、底板不得有积水；

**4** 仰拱或底板的塑料防水板应设不小于 50mm 厚的保护层。

## 11.4 细部构造防水

**11.4.1** 二次衬砌施工缝、变形缝处应采取防水措施，并应符合表 11.4.1 的规定；变形缝应能满足接缝两端结构产生的差异沉降及纵向伸缩时的密封防水要求。

**表 11.4.1 二次衬砌施工缝、变形缝的防水措施**

| 细部构造名称 | 防水措施 | 二级 |
| --- | --- | --- |
| 施工缝 | 背贴式止水带 | 宜选两种，其中中埋式止水带为必选 |
| | 遇水膨胀止水条 | |
| | 遇水膨胀止水胶 | |
| | 中埋式止水带 | |

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表 11.4.1

| 细部构造名称 | 防水措施 | 二级 |
| --- | --- | --- |
| 变形缝 | 中埋式止水带 | 必选 |
| | 背贴式止水带 | 应选两种 |
| | 可卸式止水带 | |
| | 防水嵌缝材料 | |
| | 遇水膨胀止水条 | |

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 12 施工设计与监控量测

## 12.1 一 般 规 定

**12.1.1** 施工设计宜包括下列内容：

**1** 竖井施工的方法与工艺；

**2** 马头门预加固、开挖、支护的方法与工艺；

**3** 隧道施工的方法与工艺，包括地下水的处理、地层的预加固、隧道的开挖与支护；

**4** 监控量测方案。

**12.1.2** 竖井和隧道应在无水状态下施工，地下水丰富的区域应先治水后开挖。

## 12.2 竖 井

**12.2.1** 竖井施工可采用逆作法分层、分步开挖和支护，并应及时架设支撑。

**12.2.2** 锁口圈梁上应设防水挡墙。

**12.2.3** 竖井格栅纵向连接筋应与锁口圈梁的受力钢筋可靠连接。

**12.2.4** 竖井支撑之间的水平间距除应满足结构安全外，还应满足出土、进料的要求。

**12.2.5** 当竖井开挖至马头门位置，不便加设支撑时，应设计换撑支护方案。

**12.2.6** 施工竖井的临时支撑，应在施作防水层和二衬之前，根据工程类比、监控量测结果，按二衬的浇筑分段逐步拆除。

**12.2.7** 竖井井口周边施工影响范围内临时堆土高度不应超过设计要求。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

## 12.3 马 头 门

**12.3.1** 马头门施工应在竖井初期支护稳定后或检查室二衬完成后开始。

**12.3.2** 马头门第一榀格栅应与竖井初期支护格栅可靠连接。

**12.3.3** 当竖井内有2个以上马头门时，不应同时开口，应待第一个马头门隧道掘进2倍～3倍洞径或洞宽后，方可开挖第二个马头门。

## 12.4 隧 道

**12.4.1** 隧道施工方法的选择应根据开挖断面大小、断面形式、工程地质条件、水文地质条件、衬砌结构类型、隧道长度、地面和地下建（构）筑物的状况、地面交通环境状况、工期要求等因素综合研究确定。

**12.4.2** 土方开挖时，应按格栅尺寸适当外扩，拱部宜外扩50mm～100mm，侧墙宜外扩20mm，仰拱宜外扩50mm～100mm。

**12.4.3** 隧道初期支护的钢筋格栅的节点应连接牢固，连接板宜帮焊钢筋。上台阶钢筋格栅架立后，应及时打设长度不小于2.5m的注浆锁脚锚杆（锚管）；钢筋格栅架设后，应按设计规定的厚度和强度，及时喷射混凝土。

**12.4.4** 初期支护完成后应及时进行回填注浆，并符合下列规定：

**1** 初期支护背后回填注浆应跟随开挖工作面，在距开挖面5m的地方进行；

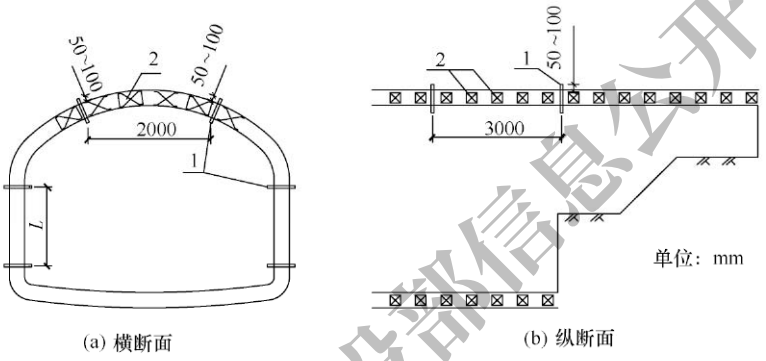
**2** 初期支护背后回填注浆孔应沿隧道拱部及边墙布设。环向间距起拱线以上应为2.0m，边墙应为3.0m。纵向间距应为3.0m，且应呈梅花形布置，注浆管深度应为初期支护背后50mm～100mm（图12.4.4）；

**3** 边墙范围内注浆管不应少于2根，间距宜为3m；

**4** 回填注浆可选用水泥浆或水泥与粉煤灰混合浆液；

住房城乡建设部信息公开测试专用

**5** 回填注浆结束标准宜为注浆量和注浆压力双指标控制，注浆终压宜为 0.2MPa。




(a) 横断面　　(b) 纵断面

图 12.4.4　初期支护背后回填注浆孔位置示意图

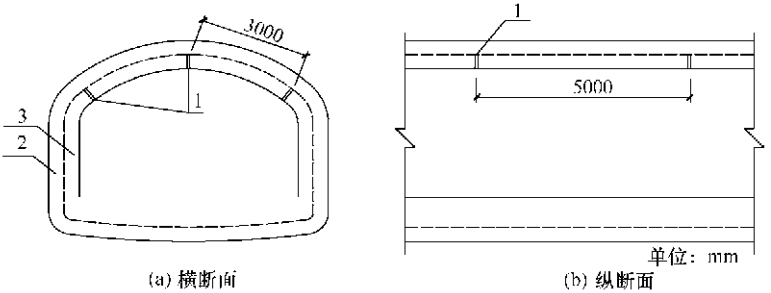
1—注浆管；2—钢格栅

**12.4.5** 当二次衬砌混凝土强度达到设计强度的 75%后，方可进行二次衬砌背后充填注浆，并应符合下列规定：

**1** 二次衬砌施工时应在隧道拱部预埋注浆管。环向间距宜为 3m，起拱线以上宜布设 1 个～3 个孔，纵向间距宜为 5m（图 12.4.5）；

**2** 二次衬砌背后充填注浆应采用添加微膨胀剂的水泥砂浆；

**3** 当充填注浆压力达到 0.2MPa 时，可结束注浆。




(a) 横断面　　(b) 纵断面

图 12.4.5　二次衬砌背后充填注浆孔位置示意图

1—注浆管；2—初期支护；3—二次衬砌

住房和城乡建设部信息公开 湖南省

## 12.5 监控量测

**12.5.1** 监控量测设计应符合下列规定：

**1** 施工前监测单位应制定和提供监测方案；

**2** 监测项目应包括必测项目和选测项目。选测项目应根据工程规模、地上和地下工程环境、工程地质和水文地质条件等选择；

**3** 隧道穿越地上建（构）筑物、上穿或下穿地下建（构）筑物和其他现状市政地下管线时，应依据隧道与建（构）筑物、地下管线的空间位置关系，建（构）筑物和地下管线的类型、规模、重要程度，隧道施工工法等条件进行监测设计；

**4** 监测应符合下列规定：

**1）** 高层、高耸结构监测项目应包括沉降、倾斜、裂缝。测点布置应根据建（构）筑物外观和与隧道的距离，沿建（构）筑物周边或靠近隧道的一侧基础轴线上对称布点；

**2）** 桥体观测项目应包括沉降、倾斜、裂缝。测点应布置在桥（墩）桩、桥梁、桥面板上；

**3）** 地下构筑物和地下管线监测可通过地中位移来体现，监测项目应为沉降。测点布置应沿地下构筑物顶部结构中心线和地下管线顶部中轴线对称布点，监测断面间距宜为 5m～10m。

**5** 监控量测的测点初始值，隧道外测点应在测点稳定后进行测读，取三次观测数据的平均值可作为初观测值；隧道内测点应在开挖后 24h 内和下次开挖之前设点并读取初始值；

**6** 监测所用仪器、元件及监测精度应满足监测设计的要求；

**7** 隧道围岩基本稳定状态应符合下列规定：

**1）** 隧道周边位移应有明显减缓趋势；

**2）** 在拱脚位置和边墙中部附近的收敛速率应小于 0.2mm/d，拱顶下沉速度应小于 0.15mm/d；

住房城乡建设部信息公开 测览专用

3）围岩位移值应达到总位移值的 80%～90%。

**8** 施工引起的变形控制应符合下列规定：

1）竖井沉降和变形控制应符合表 12.5.1-1 的规定：

**表 12.5.1-1 竖井沉降和变形控制**

| 监测项目名称 | 控制值（mm） | 预警值（mm） | 报警值（mm） | 位移平均速率控制值（mm/d） | 位移最大速率控制值（mm/d） |
|---|---|---|---|---|---|
| 锁口圈梁沉降 | 30 | 15 | 24 | 2 | 5 |
| 竖井井壁收敛 | 30 | 15 | 24 | 2 | 5 |

注：位移平均速率为任意 7d 的位移值，位移最大速率为任意 1d 的最大位移值。

2）暗挖隧道沉降和变形控制应符合表 12.5.1-2 的规定：

**表 12.5.1-2 暗挖隧道沉降和变形控制**

| 监测项目名称 | | 控制值（mm） | 预警值（mm） | 报警值（mm） | 位移平均速率控制值（mm/d） | 位移最大速率控制值（mm/d） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 地表下沉 | | 30 | 15 | 24 | 2 | 5 |
| 隧道内拱顶下沉 | | 40 | 20 | 32 | 2 | 5 |
| 洞周收敛 | $B>4$m | 0.005$B$ | 0.0025$B$ | 0.004$B$ | 1 | 3 |
| | $B\leq4$m | 20 | 10 | 16 | 1 | 3 |

注：1 $B$为隧道宽度；

2 位移平均速率为任意 7d 的位移值，位移最大速率为任意 1d 的最大位移值；

3 本表中拱顶下沉系指拱部开挖以后设置在拱顶的沉降观测点所测值。

3）多高层建筑物地基允许变形值应符合本规程第 13 章的有关规定。

**9** 地下构筑物和市政地下管线的控制应符合相应的监测控制标准，并应满足对应的管理单位的控制要求；

**10** 监测数据应在取得数据后及时进行整理，同时应绘制时态曲线和进行回归分析，预测测点的最终位移值，并应及时判断竖井、隧道、地上结构和地下管线的稳定性和安全性。

**12.5.2** 竖井监测应符合下列规定：

**1** 竖井监测项目及要求应符合表 12.5.2 的规定；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 12.5.2　竖井监测项目及要求

| 序号 | 监测项目 | 监测类别 | 测点布置 | 监测频率 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 地质状况描述及支护观察 | 必测 | — | 施工过程中每天进行 |
| 2 | 竖井圈梁水平位移 | 选测 | 锁口圈周边 | 施工过程中 2 次/d；竖井开挖后 2 周内，1 次/2d；开挖后 3～4 周，2 次/周；开挖 4 周以后至二衬完成前，1 次/周 |
| 3 | 竖井圈梁沉降 | 必测 | 锁口圈周边 | |
| 4 | 竖井井壁收敛 | 必测 | 竖井井壁周边，3m 一个断面 | |
| 5 | 临时支撑变形 | 必测 | 2 个点/单根支撑 | 同上 |
| 6 | 竖井周边地表沉降 | 必测 | 锁口圈开挖范围外 5～10m 范围 | 同上 |
| 7 | 锚杆抗拔力 | 选测 | — | — |
| 8 | 格栅钢筋应力 | 选测 | 每开挖 5m 选 1 个断面，每个断面取 5～10 个测点，视断面尺寸定 | 竖井封底且马头门完成前，2 次/d；马头门完成后至隧道掘进 5m，2 次/周；竖井二衬前，1 次/周 |
| 9 | 应力影响范围内的建筑物变形、沉降观测 | 必测 | — | 同竖井圈梁沉降 |

注：1　在一定条件下选测监测项目可转化为必测项目；

2　若情况复杂或出现异常情况时应加大监测频率。

**2**　测点布置应符合下列要求：

**1**）锁口圈梁水平位移、沉降布点可取同一监测点；

**2**）测点应对称布置在竖井中轴线两侧，应根据竖井平面尺寸沿长边每隔 5m～7m 设一对测点，短边 3 m～5m



住房城乡建设部信息公开浏览专用

设一对测点；

3）临时支撑每开挖 4m～6m 或土质变化处设一对监测点；

**3** 圈梁水平位移、沉降、竖井井壁收敛等项目在拆除临时支撑后均应加大监测频率。

**12.5.3** 隧道监测应符合下列规定：

**1** 隧道监测项目及要求应符合表 12.5.3 的规定；

**表 12.5.3 隧道监测项目及要求**

| 序号 | 监测项目 | 监测类别 | 测点布置 | 监测频率 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 地质状况描述及支护观察 | 必测 | — | 施工过程中每天进行 |
| 2 | 洞周收敛 | 必测 | 5m～30m 一个监测断面 | 开挖面距监测断面≤2$B$时1～2次/d；开挖面距监测断面≤5$B$时1次/d；开挖面距监测断面＞5$B$时1次/周；基本稳定后1次/周 |
| 3 | 拱顶下沉 | 必测 | 5m～30m 一个监测断面 | |
| 4 | 地表沉降 | 必测 | 5m～30m 一个监测断面 | 开挖面前后距监测断面≤2$B$时1～2次/d；开挖面前后距监测断面≤5$B$时1次/d；开挖面距监测断面＞5$B$时1次/周；基本稳定后1次/周 |
| 5 | 初支格栅钢筋应力 | 选测 | 每个代表性地段2个～3个监测断面 | 开挖面距监测断面≤2$B$时1～2次/d；开挖面距监测断面≤5$B$时1次/d；开挖面距监测断面＞5$B$时1次/周；基本稳定后1次/周 |
| 6 | 初支背后围岩压力和初支与二衬间的接触压力 | 选测 | 每个代表性地段1个～2个监测断面 | |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表 12.5.3

| 序号 | 监测项目 | 监测类别 | 测点布置 | 监测频率 |
|---|---|---|---|---|
| 7 | 大推力固定支架处二衬主筋应力 | 选测 | 选择推力最大的支架 | 监测一个供热循环：管道试压前测量初读数；管道压力稳定前，1 次/周；管道压力稳定后，1 次/月；供热结束，隧道内温度与供热前基本相同时测量 1 次 |
| 8 | 应力影响范围内的建筑物变形和沉降监测 | 必测 | 符合一般规定要求 | 穿越过程中 2 次/d，穿越后 2 周内 1 次/d；2 周～1 月 1 次/周 |
| 9 | 地中应力 | 选测 | 每个代表性地段 1 个～2 个监测断面 | 开挖面距监测断面≤2$B$ 时 1～2 次/d；开挖面距监测断面≤5$B$ 时 1 次/d；开挖面距监测断面＞5$B$ 时 1 次/周；基本稳定后 1 次/周 |
| 10 | 初支背后孔洞监测 | 选测 | 每个开挖循环 | 随时监测 |

注：1 $B$ 为隧道宽度；

2 在一定条件下选测监测项目可转化为必测项目；

3 若情况复杂或出现异常情况时应加大监测频率。

**2** 测点布置应符合下列规定：

**1**）洞周收敛、拱顶下沉、地面沉降监测应设置在同一断面；

**2**）监测断面间距应根据隧道跨度、隧道开挖长度、地质状况、施工工法等综合考虑确定，宜 5m～30m 设一个监测断面，每个监测断面应设置 2 对～3 对收敛点（图 12.5.3-1）；

**3**）拱顶下沉测点应设置在拱顶，在地质条件差的地段，

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

应在拱腰位置处增设测点（图 12.5.3-1）；

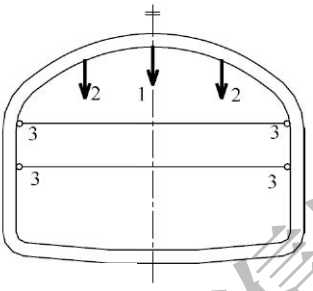



图 12.5.3-1　隧道洞内测点布置图

1—拱顶下沉监测点；2—增设拱顶下沉监测点；3—洞周收敛监测点

**4**）地表沉降监测应 5m～30m 设一个监测断面（图 12.5.3-2）；

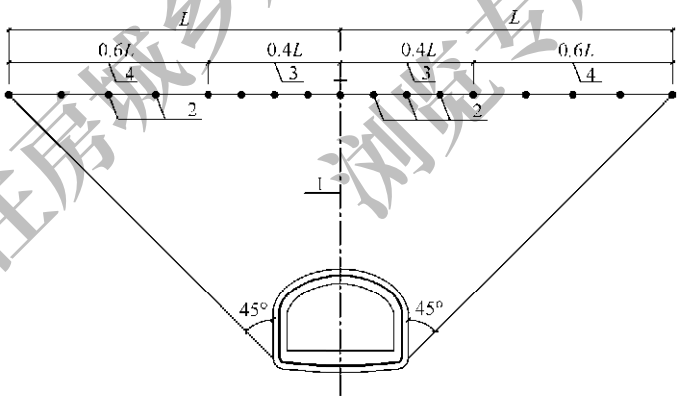



图 12.5.3-2　地表沉降测点布置图

1—隧道结构中心线；2—地表下沉监测点；3—此范围内监测点间距 2m；4—此范围内监测点间距 4m

**3**　监测频率应根据监测断面与开挖面的间距、沉降和收敛的速率等因素确定。当沉降或收敛速率异常、拆除隧道临时支撑时均应加大监测频率。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

# 13 环境风险源专项设计

## 13.1 一 般 规 定

**13.1.1** 供热管网隧道工程设计应识别环境风险源，并应对其进行评估和分级。对于Ⅰ级、Ⅱ级环境风险源，设计文件中应有施工安全风险控制的环境风险源专项设计，并应通过环境风险源管理部门组织的专家专项审查。

**13.1.2** 各设计阶段的环境风险源专项设计应符合下列规定：

**1** 方案设计阶段应遵循规避不良地质条件、重要周边环境风险源的原则进行供热管网隧道路由、检查室位置的选择。对于难以规避的重要周边环境风险源应进行深入的风险分析和风险评估，并应提出能有效控制风险且经济合理的技术方案；

**2** 初步设计阶段应在方案设计的基础上全面识别、分析工程存在的风险，评估风险的影响，并应提出初步的合理技术措施；

**3** 施工图设计阶段应在初步设计的基础上深入分析工程存在的风险，预测并评估隧道施工的影响，并应制定控制指标和提出具有可操作性、技术上可靠、经济上合理的具体技术措施。

**13.1.3** 施工过程中应加强监控量测，并应根据监测结果和反馈的信息，及时评估环境风险源专项设计的合理性，必要时进行设计的调整。

## 13.2 环境风险源等级划分

**13.2.1** 根据工程特点和周边环境特点，环境风险源宜分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级和Ⅳ级。分级可按下列规定执行：

**1** Ⅰ级环境风险源：近接下穿既有轨道交通线路（含铁路），近接穿越极重要桥梁的桥桩或截除桥桩，近接下穿机场跑道及停机坪，近接下穿跨流域调水隧道的工程区段；

**2** Ⅱ级环境风险源：近接下穿重要既有建（构）筑物、重

住房城乡建设部信息公开 测试专用

要市政地下管线、河流、湖泊等，近接穿越重要桥梁的桥桩或截除桥桩，近接上穿既有轨道交通线路（含铁路），近接上穿跨流域调水隧道的工程区段；

**3** Ⅲ级环境风险源：近接下穿一般既有建（构）筑物，下穿重要市政道路，临近既有轨道交通线路（含铁路）、重要既有建（构）筑物、重要市政地下管线（包括正在运营的热力管线或隧道、大直径污水管线、大直径供水管线、大直径供气管线）、跨流域调水隧道、河流和湖泊等，近接穿越一般桥梁的桥桩或截除桥桩的工程区段；

**4** Ⅳ级环境风险源：下穿一般市政管线、一般市政道路及其他市政基础设施，临近一般既有建（构）筑物、重要市政道路，近接穿越次要桥梁的桥桩或截除桥桩的工程区段。

**13.2.2** 浅埋供热管网隧道宜根据施工过程对周边环境所造成的影响程度的不同，划分为强烈影响区、显著影响区和一般影响区。

**13.2.3** 深埋供热管网隧道宜根据开挖与支护过程所引起的围岩变形与松动的范围与周边环境的近接程度，划分为非常接近、接近和不接近。

**13.2.4** 环境风险源分级应综合考虑供热管网隧道与周边环境的相对位置关系（包括近接程度、施工影响分区）、周边环境的重要性和自身特点、工程地质和水文地质条件等因素，采用定性和定量相结合的方法，可按表13.2.4的规定确定。

**表13.2.4 环境风险源的分级**

| 环境风险源的级别 | 环境风险源的工程特征 | 供热管网隧道与环境风险源的相互关系 | 级别的调整 |
|---|---|---|---|
| Ⅰ级 | 下穿轨道交通既有线路（含地铁、铁路），机场跑道及停机坪，跨流域调水隧道；近接穿越极重要桥梁的桥桩或截除桥桩 | 非常接近下穿；桥桩位于强烈影响区内（截桩）或桩端位于非常接近区域；位于显著影响区时，供热管网隧道与桥桩的距离小于2.5$D$，且位于破裂面内的桩的长度大于整个桩长的1/2 | 1. 位于一般影响区或为接近时，根据情况可调整为Ⅱ级；<br>2. 隧道围岩的自稳性很好时，可酌情调整为Ⅱ级 |

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表 13.2.4

| 环境风险源的级别 | 环境风险源的工程特征 | 供热管网隧道与环境风险源的相互关系 | 级别的调整 |
|---|---|---|---|
| Ⅱ级 | 上穿既有轨道交通线路（含地铁、铁路），跨流域调水隧道 | 近接上穿（距离小于1.0$B$） | 1. 供热管网隧道底板（仰拱底部）与既有结构的夹层厚度大于2$B$时一般可调整为Ⅲ级；<br>2. 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅰ级 |
| | 邻近既有地铁线路，跨流域调水隧道 | 地铁线路，跨流域调水隧道位于显著影响区 | 位于一般影响区时，根据具体情况可调整为Ⅲ级 |
| | 近接穿越重要桥梁的桥桩或截除桥桩 | 位于强烈影响区（截桩），或桩端位于接近区域；位于显著影响区时，供热管网隧道与桥桩的距离小于2.5$D$，且位于破裂面内的桩的长度大于整个桩长的1/2 | 1. 位于一般影响区或桩端位于不接近区域，根据具体情况可调整为Ⅲ级；<br>2. 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅰ级 |
| | 穿越重要市政地下管线 | 非常接近或位于强烈影响区内下穿；邻近穿越时，管线位于显著影响区内 | 1. 位于一般影响区根据具体情况可调整为Ⅲ级；<br>2. 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅰ级 |
| | 穿越重要既有建（构）筑物 | 非常接近或位于强烈影响区内下穿；邻近穿越时，既有建（构）筑物位于显著影响区内 | 1. 位于一般影响区时，根据具体情况可调整为Ⅲ级；<br>2. 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅰ级 |
| | 下穿河流、湖泊 | 非常接近或位于强烈影响区内下穿 | 具体应视河流、湖泊的水量、水深，河床/湖床的地质条件等进行具体调整 |

住房城乡建设部发布

续表 13.2.4

| 环境风险源的级别 | 环境风险源的工程特征 | 供热管网隧道与环境风险源的相互关系 | 级别的调整 |
|---|---|---|---|
| Ⅲ级 | 邻近既有地铁线路 | 既有地铁线路位于显著影响区或接近区域 | 1. 其他邻近程度根据具体情况可调整为Ⅳ级；<br>2. 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅱ级 |
| | 邻近重要桥梁 | 位于显著影响区，供热管网隧道与桥桩的距离大于 2.5$D$，且位于破裂面内的桩的长度为整个桩长的 1/3～1/2 | 1. 其他邻近程度根据具体情况可调整为Ⅳ级；<br>2. 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅱ级 |
| | 穿越重要市政地下管线 | 位于强烈影响区，但供热管网隧道与管线间的夹层厚度不小于 1.0$B$；隧道深埋时，管线位于接近区域；邻近穿越时，管线位于显著影响区内 | 1. 其他邻近程度根据具体情况可调整为Ⅳ级；<br>2. 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅱ级 |
| | 穿越重要既有建（构）筑物 | 位于强烈影响区，但供热管网隧道与建（构）筑物筏板基础/条形基础间的夹层厚度不小于 1.0$B$；隧道深埋时，建（构）筑物基础位于接近区域；邻近穿越筏板基础/条形基础建（构）筑物时，建（构）筑物位于显著影响区内 | 1. 建（构）筑物为桩基础时，根据具体情况可调整为Ⅳ级；<br>2. 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅱ级 |

住房城乡建设部信息公开 征求意见稿

续表 13.2.4

| 环境风险源的级别 | 环境风险源的工程特征 | | 供热管网隧道与环境风险源的相互关系 | 级别的调整 |
|---|---|---|---|---|
| Ⅳ级 | 邻近重要桥梁 | | 位于显著影响区，供热管网隧道与桥桩的距离大于 2.5$D$，且位于破裂面内的桩的长度小于整个桩长的 1/3 | 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅲ级 |
| | 穿越地下管线 | 重要市政管线 | 隧道围岩为自稳性很好的粉质黏土，无地下水或地下水条件很好。位于强烈影响区下穿时，供热管网隧道与管线间的夹层厚度不小于 1.0$B$；隧道深埋时，管线位于接近区域；邻近穿越时，管线位于一般影响区内 | — |
| | | 一般市政管线 | 管线位于显著影响区；隧道深埋时，管线位于接近区域 | 1. 位于强烈影响区下穿时，如供热管网隧道与管线间的夹层厚度小于 0.5$B$，根据具体情况可调整为Ⅲ级；<br>2. 隧道围岩存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅲ级；<br>3. 隧道深埋，管线位于非常接近区域时，根据具体情况可调整为Ⅲ级 |
| | 下穿一般市政道路及其他市政基础设施工程 | | 供热管网隧道为浅埋，或市政基础设施工程位于显著影响区域 | 1. 供热管网隧道极浅埋或市政基础设施工程位于强烈影响区时，根据具体情况可调整为Ⅲ级；<br>2. 隧道围岩为杂填土或存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅲ级 |
| | 邻近一般既有建（构）筑物、重要市政道路 | | 既有建（构）筑物、重要市政道路位于显著影响区域 | 隧道围岩为杂填土或存在含水粉细砂层，地下水位较高，降水困难，且存在上层滞水、层间水时，可酌情调整为Ⅲ级 |

注：1 表中 $B$、$D$ 分别表示隧道宽度和桥桩直径；

2 表中的环境风险源分级尚应根据产权单位的特殊要求进行调整。

住房城乡建设部信息公开

**13.2.5** 在设计阶段，设计单位应根据环境风险源的定性分级原则，结合工程特点、周边环境特点和工程设计经验，在分析安全风险发生的可能性、严重程度和可控性、可接受水平的基础上，进行环境风险源分级的细化，并应满足相应设计阶段的深度要求。

## 13.3 环境风险评估

### Ⅰ 建（构）筑物

**13.3.1** 建（构）筑物监控量测控制指标应包括允许沉降控制值、差异沉降控制值和位移最大速率控制值，对高耸建（构）筑物还应包括倾斜控制值。

**13.3.2** 控制指标应根据建（构）筑物的功能、规模、修建年代、结构形式、基础类型、地质条件等因素确定。

**13.3.3** 根据对建（构）筑物安全性的影响因素的调查分析、结构材料性能检测和计算分析，应对其基础的现状承载力和结构安全性进行评价，综合确定建（构）筑物的安全性，并应结合其与供热管网隧道工程的空间位置关系，确定其控制指标。

**13.3.4** 施工对建（构）筑物影响的控制标准应结合地质及环境条件、建（构）筑物结构特点及状况、施工方法等因素综合确定。

### Ⅱ 地 下 管 线

**13.3.5** 地下管线控制指标应包括管线允许位移控制值和倾斜率控制值，也可对管线曲率、弯矩、最外层纤维的挠应变、接头转角、管线变形与地层变形之差、管线轴向应变等设置控制指标。

**13.3.6** 控制指标应根据地下管线的功能、工作压力、材质、铺设方法、埋置深度、土层压力、管径、接口形式、铺设年代等因素确定。

**13.3.7** 根据对地下管线安全性的影响因素进行的调查分析，可

住房和城乡建设部信息公开 测试专用

综合采用经验法、理论计算法、工程类比法或数值模拟法等方法，并应结合地下管线与供热管网隧道工程的空间位置关系，确定其控制指标。

**13.3.8** 施工对地下管线影响的控制标准应结合地质及环境条件、地下管线的结构特点及状况、施工方法等因素综合确定。

### Ⅲ 城市道路

**13.3.9** 城市道路沉降（隆起）控制指标应包括允许位移控制值、位移平均速度控制值、位移最大速率控制值、U形槽变形控制值和路堤、路堑倾斜控制值，也可对道路或地表纵横向曲率变化进行控制。

**13.3.10** 城市道路沉降（隆起）控制指标的确定应综合考虑隧道施工工法、地层性质、隧道覆土厚度、地下水位变化、隧道结构断面形式与大小、地层损失、施工管理、道路等级、路基路面材料和养护周期等因素的影响。

**13.3.11** 根据对城市道路沉降（隆起）的影响因素的调查分析，并结合工程施工方法，可采用经验法或数值模拟法等方法，确定城市道路和地表沉降（隆起）的控制指标。

**13.3.12** 施工对城市道路影响的控制标准应结合地质及环境条件、城市道路的结构特点及状况、施工方法等因素综合确定。

### Ⅳ 城市桥梁

**13.3.13** 城市桥梁控制指标应包括桥梁墩台允许沉降控制值、纵横向相邻桥梁墩台间差异沉降控制值、承台水平位移控制值和挡墙沉降、倾斜度控制值。

**13.3.14** 控制指标应综合考虑城市桥梁规模、结构形式、基础类型、建筑材料、养护情况等因素的影响。

**13.3.15** 根据对城市桥梁安全性的影响因素的调查分析和结构检测，可综合采用大型原位试验、经验公式法、解析计算法和数值模拟法等方法，对城市桥梁的结构现状、承载能力及抗变形能

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

力进行评估，并结合城市桥梁与供热管网隧道工程的空间位置关系，确定其控制指标。

**13.3.16** 施工对城市桥梁影响的控制标准应结合地质及环境条件、桥梁结构特点及状况、施工方法等因素综合确定。

### Ⅴ 城市轨道交通

**13.3.17** 城市轨道交通控制指标应包括隧道结构允许沉降控制值、隧道结构允许上浮控制值、隧道结构允许水平位移控制值、位移平均速度控制值、位移最大速率控制值、差异沉降控制值、轨道几何尺寸允许偏差控制值、轨道挠度允许控制值、道床剥离量允许控制值、结构变形缝开合度和轨道结构允许垂直位移控制值。

**13.3.18** 控制指标应综合考虑城市轨道交通的地层情况、隧道结构特点及状况、轨道结构特点及状况、线路部位、修建年限等因素的影响。

**13.3.19** 根据对城市轨道交通既有线安全性的影响因素的调查分析和结构检测，可综合采用经验公式法、解析计算法和数值模拟法等方法，对结构承载能力和轨道安全性等进行评估，并结合工程穿越方式（上穿、下穿和侧穿），确定相应的控制指标。

**13.3.20** 施工对城市轨道交通影响的控制标准应结合地质及环境条件、城市轨道交通既有线的结构特点及状况、施工方法等因素综合确定。

### Ⅵ 铁 路

**13.3.21** 铁路控制指标应包括路基沉降控制值、位移平均速率控制值、位移最大速率控制值、轨道几何尺寸允许偏差控制值和轨道挠度允许控制值。

**13.3.22** 控制指标应综合考虑铁路路基、线路、轨道的结构特点、状况和保养情况等因素的影响。

**13.3.23** 根据对铁路安全性影响因素的调查分析和结构检测，

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

可综合采用经验公式法、解析计算法和数值模拟法等方法，并应结合铁路部门的要求，确定其控制指标。

**13.3.24** 施工对铁路影响的控制标准应结合地质及环境条件、铁路结构特点及状况、施工方法等因素综合确定。

## 13.4 设计内容与要求

**13.4.1** 方案设计阶段的设计文件中应包含环境风险工程的设计内容。设计文件应给出风险源清单，并应对环境风险工程设计方案的风险控制措施给予初步说明。方案设计阶段环境风险源设计文件应包括下列内容：

**1** 说明书应包括下列内容：

**1）** 周边环境介绍及风险源初步分级；

**2）** 环境风险源的保护措施；

**3）** 初步设计阶段环境风险工程设计优化的方向和建议。

**2** 图纸应包括下列内容：

**1）** 周边环境及其风险源与新建供热管网隧道的相对关系的平剖面图；

**2）** 风险源的风险控制工程措施示意图。

**13.4.2** 初步设计阶段的设计文件中应包含环境风险源工程设计的内容。对于特级、Ⅰ级及产权单位有特殊要求的其他等级的环境风险源，应在充分调研和资料收集的基础上，对风险源区段的风险控制措施进行技术经济比较，并应确定具体的风险控制措施。环境风险源专项工程设计文件应包括下列内容：

**1** 说明书应包括下列内容：

**1）** 工程概况；

**2）** 设计依据；

**3）** 设计原则和设计标准；

**4）** 方案设计审查意见及执行情况；

**5）** 周边环境调查及风险源详细分级；

**6）** 环境风险源的施工影响指标；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

7）环境风险源保护措施的初步选定；

8）施工对环境风险源影响的初步预测；

9）监控量测初步设计；

10）施工图设计阶段环境风险源工程设计优化的方向和建议。

2 图纸应包括下列内容：

1）总平面图；

2）周边环境与新建供热管网隧道工程的相对关系平剖面图；

3）周边环境地质剖面图；

4）环境风险源保护措施初步设计图；

5）施工步序图；

6）监控量测初步设计图。

**13.4.3** 施工图设计阶段的设计文件中应包含环境风险源工程设计的内容。对于Ⅰ级、Ⅱ级及产权单位有特殊要求的其他等级的环境风险源，应在充分调研和资料收集的基础上，对风险源区段的风险控制措施进行技术经济比较，并应确定具体的风险控制措施。环境条件复杂、风险较高时，应形成独立的环境风险源工程设计专册。施工图设计阶段环境风险源专项工程设计文件宜包括下列内容：

1 说明书应包括下列内容：

1）工程概况；

2）设计依据；

3）设计原则和设计标准；

4）初步设计审查意见及执行情况；

5）工程地质与水文地质条件，并明确最不利的工程地质与水文地质条件；

6）周边环境核查资料；

7）Ⅰ级、Ⅱ级及产权单位有特殊要求的其他等级的环境风险源现状及抵抗变形能力的评估；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

8）关键工序变形控制指标及总的变形控制指标；

9）环境风险源保护措施；

10）施工控制措施；

11）监控量测详细设计；

12）应急预案。

2 图纸应包括下列内容：

1）总平面图；

2）周边环境与新建供热管网隧道工程的相对关系平剖面图；

3）周边环境地质剖面图；

4）环境风险源保护措施详细设计图；

5）施工控制措施及施工步序图；

6）监控量测详细设计图。

**13.4.4** 各设计阶段环境风险源工程设计文件的组成及格式可按表13.4.4的规定执行。

**表13.4.4 各设计阶段环境风险源工程设计文件的组成及格式**

| 项次 | 组成项目 | 格式要求 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 方案设计阶段 | 初步设计阶段 | 施工图设计阶段 |
| 1 | 风险源工程简介 | 对关键风险源进行说明 | 对关键风险源进行说明 | 应对进行风险源设计的所有环境风险源分别进行说明 |
| 2 | 专家审查意见及执行情况 | — | 对方案设计专家评审意见的回复及执行情况的介绍 | 对初步设计专家评审意见的回复及执行情况的介绍 |
| 3 | 周边环境调查 | 初步的环境调查与资料收集，对环境风险源进行初步分级 | 进一步的环境调查与资料收集，基本确定环境风险源分级 | 充分的环境调查，收集详细的图文资料，准确查明新建供热管网隧道工程与环境风险源的空间相对位置关系，进一步确定风险源分级或对级别进行调整 |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表 13.4.4

| 项次 | 组成项目 | 格式要求 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 方案设计阶段 | 初步设计阶段 | 施工图设计阶段 |
| 4 | 施工影响的预测 | 定性分析安全风险程度 | 定性分析与定量分析相结合，对风险源工程设计方案进行技术经济比选，确保设计方案的安全风险可控、具有可操作性及满足风险源工程本身的正常使用 | 以定量分析为主，进行详细的计算分析，对主要施工过程所引起的对环境风险源的影响作出预测与控制，给出量化的变形预测及控制指标，确保风险源工程本身的变形在允许值范围内，并在施工过程中进行信息化动态设计 |
| 5 | 环境安全风险评估结论 | 特殊要求时应包含 | 特殊要求时应包含 | 对Ⅰ级、Ⅱ级及产权单位有特殊要求的Ⅲ级、Ⅳ级环境风险源应包含 |
| 6 | 变形控制指标 | — | 提出初步的变形控制指标 | 提出各施工阶段具体的变形控制指标（包括允许值、预警值和报警值） |
| 7 | 风险源工程保护措施 | 不单独提供 | 提出初步的工程技术措施及对风险源工程本身的保护措施 | 细化工程技术措施及对风险源工程本身的保护措施，提出实施要求 |
| 8 | 专项监控量测设计 | — | 提出初步的监控量测对象、项目及监测方案 | 进行详细的监控量测专项设计，包括监测对象、监测项目、监测频率、测点布置等 |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表 13.4.4

| 项次 | 组成项目 | 格式要求 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 方案设计阶段 | 初步设计阶段 | 施工图设计阶段 |
| 9 | 应急预案 | — | — | 考虑环境条件的复杂性及风险的不确定性，找出关键风险点及关键风险因素，要求施工单位制定应急措施，从应急程序、救援物资储备、组织机构、联络渠道及技术措施等方面有针对性地制定应急预案 |
| 10 | 下一步工作建议和风险源工程设计优化方向 | 从方案角度提出下一步工作建议和风险源工程设计的优化方向 | 从实施角度提出下一步工作建议及风险源工程设计的优化方向 | 从施工角度提出施工注意事项和设备选型建议 |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

# 14 工程施工

## 14.1 一般规定

**14.1.1** 隧道工程施工前应根据建设单位提供的资料，踏勘施工现场，掌握工程现况，编制施工组织设计。

**14.1.2** 隧道工程施工中有关安全、环保、消防、防汛及劳动保护等，应符合国家现行有关强制性标准的规定。

**14.1.3** 隧道工程施工中应编制完整的监控量测方案，对工程结构和施工区内的地上和地下建（构）筑物、地下管线等设施的沉降、变形、变位等进行监测，并及时反馈信息。

**14.1.4** 工程所使用的材料应符合下列规定：

**1** 水泥宜采用普通硅酸盐水泥，其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。水泥应具有产品合格证和出厂检验报告，经取样复验合格后方可使用；

**2** 施工用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定；

**3** 常用外加剂可采用水玻璃、氯化钙、亚硝酸钠等材料，常用掺合料可采用粉煤灰、矿渣等材料，外加剂及掺合料的质量应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定；

**4** 钢材应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定；

**5** 钢筋的加工、连接及安装应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定；

**6** 每批钢筋应附有出厂合格证和试验报告单，并应按规定进行机械性能试验，合格后方可使用；

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

**7** 骨料应符合现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定；

**8** 喷射混凝土所用原材料及钢筋网、锚杆应符合设计要求。喷射混凝土抗压强度、抗渗压力及锚杆抗拔力、锚杆的间距及分布形式应符合设计要求；

**9** 材料进场后应分类存放，并应进行标识。

**14.1.5** 支架加工前应进行技术交底，支架的安装位置、嵌固深度应符合设计要求。

**14.1.6** 机械设备和施工设施进场前应进行全面的安全检查。

**14.1.7** 当采用钻爆法施工时，应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。

**14.1.8** 施工单位应及时填写施工检查记录。

## 14.2 施工工艺及管理

**14.2.1** 暗挖隧道工程应按工艺流程（图 14.2.1）施工。

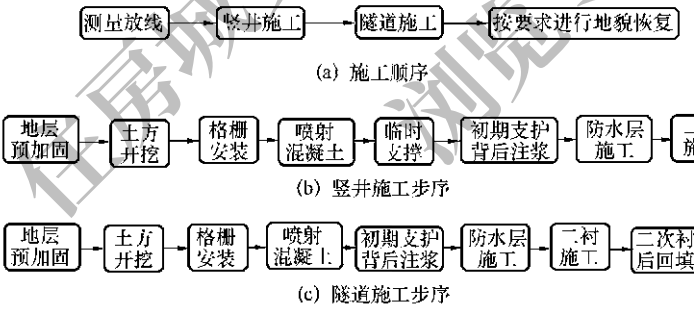



图 14.2.1 暗挖隧道工程施工工艺流程图

**14.2.2** 人员配备应符合下列规定：

**1** 应根据工程特点、新技术推广和新型机械、新型材料配备等情况，组建项目部人员；

**2** 从事暗挖工程施工作业人员应持证上岗；

**3** 施工前应对施工作业人员进行安全技术交底及培训。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**14.2.3** 组织管理应符合下列规定：

**1** 应按施工图纸及设计变更进行施工。在自检和专检的基础上，应接受监理的检查和验收；

**2** 应定期召开安全、工程例会，协调解决施工现场问题。

**14.2.4** 安全、质量管理应符合下列规定：

**1** 应建立安全组织机构及保证体系，并应制定安全目标及承诺；

**2** 应制定安全目标、建立安全检查工作程序，并应进场安全教育；

**3** 应按关键工序制定质量目标。

**14.2.5** 进度、资料管理应符合下列规定：

**1** 应制定总进度计划及月、周进度计划；

**2** 应按要求对月、周进度计划进行分析、评价，发现偏离进度目标应采取纠偏措施；

**3** 应编制节点工期计划，并应符合下列要求：

1）施工技术资料应随施工进度及时、准确地整理；

2）工期计划应与实际进度进行对比；

3）施工过程中应执行验收、签认程序，相应资料应齐全；

4）工程竣工1个月内应完成竣工资料并上报。

**14.2.6** 技术管理应符合下列规定：

**1** 施工应遵守先交底后施工的程序；

**2** 技术交底单应明确、合理；

**3** 技术方案应经济、合理，专项技术措施应齐全。

## 14.3 环境风险源专项施工

### Ⅰ 环境风险源分级的确认与调整

**14.3.1** 施工准备期，施工单位应深入调查与识别环境风险因素，对设计文件中的环境风险源分级进行确认与调整。如需调整

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

环境风险源级别，应形成调整清单，并应经项目技术负责人签认后，报监理单位。

**14.3.2** 监理单位应对环境风险源分级调整清单进行审核，并应经项目总监理工程师签认后，报建设单位。

**14.3.3** 建设单位应组织专家对环境风险源分级调整清单进行审查。审查时应邀请设计单位、受施工影响的周边环境的产权单位参加。

**14.3.4** 施工单位应根据审查意见，修改完善环境风险源分级调整清单；监理单位应监督检查其落实情况，并应负责报建设单位备案；建设单位应将环境风险源级别的调整情况反馈设计单位。

### Ⅱ 安全专项施工方案编审

**14.3.5** 施工单位应根据地质条件、环境条件、设计文件等基础资料和相关工程建设标准，结合自身工程施工经验，针对工程的各级风险源编制安全专项施工方案；并应经施工单位技术负责人签认后，报监理单位审查。

**14.3.6** 安全专项施工方案应包括下列内容：

**1** 工程概况；

**2** 工程地质水文地质条件；

**3** 风险因素分析；

**4** 工程重点与难点；

**5** 施工方案和关键施工工艺；

**6** 工程环境保护措施；

**7** 监测实施方案；

**8** 监测控制指标和标准（含阶段性控制指标）；

**9** 专项预案；

**10** 应急预案；

**11** 组织管理措施。

**14.3.7** 安全专项施工方案应由施工单位组织专家论证审查，并

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

应符合下列规定：

**1** Ⅳ级风险源应由建设单位代表、设计单位代表参加；

**2** Ⅲ级风险源应由建设单位部门负责人、设计单位项目负责人参加；

**3** Ⅰ级、Ⅱ级风险源应由建设单位技术负责人、设计单位技术负责人参加，并应邀请专家参加；

**4** 对产权单位有特别要求的环境风险源，可邀请产权单位参加；

**5** 对政府相关部门有特殊要求的环境风险源，应按其要求组织审查。

**14.3.8** 施工单位应根据审查意见修改完善安全专项施工方案，经监理单位审批，并报建设单位备案后方可施工。

### Ⅲ 施工环境治理

**14.3.9** 施工作业环境应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096、《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523、《环境空气质量标准》GB 3095 和《缺氧危险作业安全规程》GB 8958 的有关规定，并应符合下列规定：

**1** 氧气含量体积比不应低于 20%；

**2** 空气中所含 10%以上游离二氧化硅的粉尘不应超过 $2mg/m^3$；

**3** 一氧化碳浓度不应大于 $30mg/m^3$；

**4** 二氧化碳含量体积比不应大于 0.5%；

**5** 氮氧化物（$NO_2$）含量不应大于 $5mg/m^3$；

**6** 气温不得高于 28℃；

**7** 噪声不得大于 90dB。

**14.3.10** 隧道下穿或平行燃气、污水等地下管道和设施施工时，应加强隧道内空气检测频率，发现问题应及时采取措施。

**14.3.11** 采用喷射混凝土作业时，应采取除尘措施。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

## 14.4 测 量 放 线

**14.4.1** 测量放线应依据设计文件中管线平面图和现场实际情况，测定出竖井平面位。

**14.4.2** 测量放线应将施工水准点引至竖井附近，并应做好拴桩。

**14.4.3** 测量放线应确定竖井中心、高程的定位。

## 14.5 建（构）筑物及地下管线保护

**14.5.1** 对邻近建（构）筑物及地下管线的现状情况应进行调查，并应编制专项保护方案。

**14.5.2** 建（构）筑物及地下管线的监测应符合设计图纸要求及环境风险源分级的要求，并应包括以下内容：

**1** 沉降监测应在建（构）筑物及地下管线上或地面布置测点；

**2** 水平监测时应在建（构）筑物两侧布置倾斜监测测点；

**3** 结构裂缝监测应在施工前、中、后期连续监测裂缝情况；

**4** 对开挖土方影响范围内的市政道路及路面、地下管线变形、初期支护变形等的监测应根据产权单位及管理方提供的数据进行监测布点。

**14.5.3** 施工前，在施工影响范围内应根据地下构筑物现状情况及地下管线类型编制保护方案，保护方案应经相关产权单位审批后方可实施。

**14.5.4** 施工过程应进行监控量测。

## 14.6 监 控 量 测

**14.6.1** 在施工过程中，施工单位应按设计要求进行监控量测，并应进行第三方监测。

**14.6.2** 监控量测项目和测点布置应符合设计要求，并应及时监测与记录。监控量测应在施工前测得初始读数，并应跟随开挖、

住房城乡建设部信息公开 测绘专用

支护作业进行；所获取的监测信息应及时反馈，以指导施工作业。

**14.6.3** 各监测项目的监测作业应从土方开挖开始，至衬砌结构封闭，且变形基本稳定2周～3周后方可结束。

**14.6.4** 每次监测后应及时进行数据整理，并应绘制监测数据时态曲线和距开挖面的关系图；对初期的时态曲线应进行回归分析，并应预测可能出现的最大值和变化速度。

**14.6.5** 监测数据异常时，应根据具体情况及时采取加厚喷层、加密或加长锚杆、增加钢架等加固措施。

**14.6.6** 施工中发现下列情况之一时，应立即停工，并及时采取措施处理：

**1** 周边及开挖面坍方滑坡及破裂；

**2** 地表沉降过大；

**3** 监测数据有不断增大的趋势；

**4** 支撑结构变形过大或出现明显的受力裂缝且不断发展；

**5** 时态曲线长时间没有变缓的趋势；

**6** 地表沉降或结构变形达到设计提出的警戒值。

## 14.7 地下水处治

### Ⅰ 施 工 降 水

**14.7.1** 施工降水应编制实施方案并报相关管理部门审批后方可实施，实施方案应包括下列内容：

**1** 地质勘察报告和地质剖面图，必要时宜做现场抽水试验确定水文地质参数；

**2** 竖井及隧道平面图、纵断面图；

**3** 降水区域内地下构筑物，地下管线及邻近建筑物的资料；

**4** 降水井的布置、规格和降水参数；

**5** 抽水量和地层沉降计算；

**6** 地下水回灌方案。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**14.7.2** 降水井的深度应根据设计降水的深度、含水层的埋藏分布和降水井的出水量确定。各类井点降水的适用范围应符合表14.7.2的规定。

**表14.7.2 各类井点降水的适用范围**

| 井点类别 | | 土层渗透系数（m/d） | 降低水位深度（m） |
|---|---|---|---|
| 轻型井点 | 单层 | 0.1～50 | 3～6 |
| | 多层 | 0.1～50 | 6～12 |
| 管井井点 | | 20～200 | ＞10 |
| 喷射井点 | | 0.1～50 | 8～30 |
| 砂（砾）渗井点 | | 0.1～20 | 按含水层的水头、渗透性与水位降深确定 |

**14.7.3** 降水井布设应符合下列规定：

**1** 井点宜沿竖井周边或暗挖隧道纵向两侧布设，并应成封闭型；当不能封闭时，应延长1倍以上的竖井或暗挖隧道横断面宽度；

**2** 井点距竖井锁口圈梁边缘不应小于1.5m，距暗挖隧道结构外轮廓线不应小于2m；

**3** 井点间距应根据计算确定，当竖井较宽不能满足降水深度需要时，应在竖井内增设井点。

**14.7.4** 井点钻孔应符合下列规定：

**1** 钻孔的孔口处应设置护筒；

**2** 孔径应比管径大200mm～300mm；

**3** 钻孔应垂直、孔径上下一致，孔底应比管底深0.5m～1.0m；

**4** 钻进中应取土样，并应作好记录。

**14.7.5** 井点管沉后，应检查渗水性能。当投放滤料管口有泥浆水冒出或向管内灌水能很快下渗时方为合格。

**14.7.6** 特殊地质条件下采取井点降水时，应采取防止引起邻近地面塌陷的措施。

**14.7.7** 隧道区段降水应在二衬结构完成后方可停止；竖井部位

住房城乡建设部信息公开浏览专用

降水应在回填后方可停止。井点管拔除后，应及时用砂将井孔回填密实。

**14.7.8** 降水过程中应对降水区域内市政地下管线、道路及建（构）筑物等进行变形监测。

### Ⅱ 注 浆 止 水

**14.7.9** 在不允许施工降水条件下，宜采用注浆方法止水。

**14.7.10** 注浆孔孔距和孔深应根据注浆扩散半径计算和现场试验确定。

**14.7.11** 竖井注浆止水时，应根据现场地质条件，沿竖井井壁环向打注浆孔，在竖井中部打垂直注浆孔；注浆孔应梅花形布置。

**14.7.12** 在竖井马头门处宜采用超前注浆小导管或深孔注浆进行止水，注浆浆液达到一定强度，且达到止水效果后方可开挖。

**14.7.13** 注浆参数应通过现场试验进行优化。

### Ⅲ 旋喷桩帷幕止水

**14.7.14** 桩体强度未达到设计要求前，不得进行土方开挖。

**14.7.15** 压浆阶段应连续作业，不得出现断浆现象。输浆管道应随时检查、清理。

**14.7.16** 止水帷幕施工方案应根据地质资料和设计文件编制。

**14.7.17** 施工工艺流程应按钻机就位、钻孔、下喷射管、旋喷注浆、孔口清理的顺序进行。

**14.7.18** 桩径的选择应根据土质、注浆方法、施工条件等确定。

**14.7.19** 旋喷桩施工工艺参数应符合本规程第10.5节的有关规定，并应符合下列要求：

**1** 钻孔参数：

1）孔位允许偏差应为0～50mm；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

2）孔斜率不应大于1.5%；

3）孔深允许偏差应为0～200mm。

2 桩体搭接长度不应小于±0.2桩径，且不应小于200mm。

### Ⅳ 冻结止水

**14.7.20** 富水性地层中暗挖施工时，可采用人工冻结地层方法止水。

**14.7.21** 施工工艺流程应按安装冻结制冷系统和检测系统、冻结、试挖、隧道掘进与初期支护施工、维护冻结、停止冻结的顺序进行。

**14.7.22** 测温及沉降观测方案应根据设计文件和地层结构条件编制，测温孔和沉降孔应同时设置，并应及时进行结果分析和信息反馈。

**14.7.23** 最低冷媒温度应为－24℃～－28℃，冻土墙平均温度不得高于－9℃。

**14.7.24** 冻结止水施工应采取抑制冻胀，并应采取防止冻融下沉的技术措施。

## 14.8 地层预支护及加固

**14.8.1** 开挖工作面不能自稳时，应根据具体地质条件进行预支护及加固。

**14.8.2** 注浆材料应根据设计要求和隧道所处地层条件选择，必要时宜通过试验确定。

**14.8.3** 注浆效果应采用分析法、直观法、检测法进行综合检查。

### Ⅰ 超前小导管及管棚

**14.8.4** 超前小导管或管棚参数应符合设计要求，经现场试验确定注浆参数，并应根据地质条件、监测结果进行调整。

**14.8.5** 超前小导管的管径及长度应按设计文件和围岩级别



住房城乡建设部信息公开浏览专用

确定。

**14.8.6** 管棚应采用厚壁钢管，钢管纵向连接丝扣长度不应小于150mm，管箍长宜为200mm。

**14.8.7** 超前小导管或管棚施工应符合下列规定：

**1** 导管和管棚安装前应将工作面清理干净，并应确认工作面稳定后，方可进行测量、放线和钻孔；

**2** 钻孔的外插角应符合设计要求，其允许偏差应为±5‰；

**3** 钻孔应由高孔位向低孔位间隔进行，孔径应比钢管直径大30mm～40mm；

**4** 钻孔深度应大于导管长度。采用锤击或钻机顶入时，其顶入长度不应小于管长的90%；

**5** 钻孔合格后应及时及时安装导管，接长时应连接牢固。当遇卡孔、塌孔时应注浆后重钻；

**6** 超前小导管施工允许偏差应符合下列规定：

1）孔距应为±15mm；

2）孔深应为0～25mm。

**14.8.8** 注浆材料应根据地层条件，按设计要求选择；浆液的配置应通过现场试验确定。

**14.8.9** 注浆开始前，应根据注浆方式（单、双液）正确连接管路（图14.8.9）。

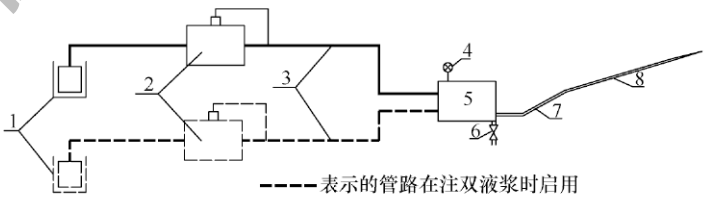



图14.8.9 注浆管线连接示意图

1—储浆池；2—水泵；3—输浆管；4—压力表；5—注浆机；6—泄浆阀；7—输浆软管；8—注浆管

**14.8.10** 注浆施工应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开浏览专用

1　施工前应进行压水式压浆试验，并应检验管路的封闭性和地层的吸浆情况；

2　注浆过程中应观测压力和流量的变化，发现异常情况应及时处理；

3　注浆过程中应观察工作面及管口情况，发现漏浆和串浆应及时封堵；

4　注浆过程中应做好注浆记录，宜每隔 5min 记录压力、流量、凝胶时间等，并应记录注浆过程的变化；

5　注浆时应采取隔孔注浆的顺序；

6　注浆浆液应充满钢管及周围的空隙并密实。

Ⅱ　注浆加固地层

**14.8.11**　对于自稳性差的地层，隧道开挖前应按设计的钻孔角度、长度和间距进行预注浆加固隧道周边和掌子面地层。

**14.8.12**　注浆过程中浆液不得溢出地面及超出有效注浆范围。地面注浆结束后，注浆孔应封填密实。

**14.8.13**　注浆效果满足设计要求，并经检查确认后，方可开挖。

Ⅲ　旋 喷 加 固

**14.8.14**　旋喷加固施工前应对开挖面进行超前探测，并应编制施工方案。

**14.8.15**　旋喷加固施工前应封闭上台阶和下台阶工作面。

**14.8.16**　旋喷加固宜采用复喷工艺。当旋喷至孔口处 3m 时应停止作业并立即退出钻杆，孔口应及时封堵。

## 14.9　竖　　井

**14.9.1**　竖井施工应符合下列规定：

1　施工前应调查施工范围内各种地下管线，编制保护方案，并应报管线管理单位审批；

2　竖井施工范围内应人工开挖十字探沟，确定无管线后再



住房城乡建设部信息公开 浏览专用

使用机械开挖。

**14.9.2** 竖井井口防护应符合下列规定：

**1** 竖井应设置防雨棚、挡水墙；

**2** 竖井应设置安全护栏，护栏高度不应小于1200mm，并应加设金属网；

**3** 竖井周边应架设安全警示装置。

**14.9.3** 竖井开挖过程中应定时检查各部位尺寸，断面轮廓应平直圆顺，不得欠挖；断面开挖允许超挖值应符合表14.9.3的规定。

**表14.9.3 断面开挖允许超挖值**

| 围岩类型 | | 断面开挖允许超挖值（mm） | |
|---|---|---|---|
| | | 平均 | 最大 |
| 爆破岩层 | 硬岩 | 100 | 150 |
| | 软岩 | 150 | 250 |
| 土质和不需要爆破岩层 | | 80 | 100 |

**14.9.4** 喷层与围岩及喷层之间应粘接紧密，不得有空鼓现象。

**14.9.5** 土石方的提升和悬吊设备、排水和降低地下水位、掘进通风、照明、配料、配水、供电系统应符合设计施工要求。

**14.9.6** 冬期和雨期施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

### Ⅰ 锁口圈梁

**14.9.7** 锁口圈梁应在竖井开挖前完成。

**14.9.8** 锁口圈梁混凝土达到设计强度后方可进行竖井开挖和初期支护的施工。

**14.9.9** 锁口圈梁的尺寸、钢筋、模板应符合设计图纸和国家现行标准的有关规定。

**14.9.10** 锁口圈梁与格栅应按设计要求进行连接，井壁不得出

住房城乡建设部信息公开 测试专用

现脱落。

## Ⅱ 竖井开挖与支护

**14.9.11** 竖井提升系统必须符合下列规定：

**1** 提升机械严禁超负荷运行，且必须具有限速器、限位器和松绳信号；

**2** 工作吊盘应设有允许载荷及严禁超载警示标志，且载重严禁超过设计载重负荷；

**3** 提升吊桶所用钩头连接装置应设防脱装置，并应有缓转器；

**4** 钢丝绳和各种悬挂使用的连接装置，应按规定的安全系数确定规格。

**14.9.12** 竖井龙门架的制作、安装应符合下列规定：

**1** 龙门架的结构形式和高度应符合现行行业标准《龙门架及井架物料提升机安全技术规范》JGJ 88 的有关规定；

**2** 龙门架结构所用的材质和截面形状应符合设计要求；

**3** 结构质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定；

**4** 采用螺栓连接的构件，螺栓的数量和规格应符合设计要求；

**5** 龙门架应设置独立基础。

**14.9.13** 电葫芦的安装应符合现行国家标准《起重设备安装工程施工及验收规范》GB 50278 的有关规定。

**14.9.14** 吊篮的各杆件应选用型钢杆件，连接板的厚度不得小于 8mm。

**14.9.15** 卷扬机应符合现行国家标准《建筑卷扬机》GB/T 1955 的有关规定，固定卷扬机的锚桩应稳定可靠。

**14.9.16** 竖井应采用对角开挖，开挖时应控制循环进尺，并应及时支护、及时封闭。

**14.9.17** 当竖井采用型钢支撑时，支撑架设应符合下列



住房城乡建设部信息公开浏览专用

规定：

**1** 盘撑应与初期支护密贴；

**2** 对撑、角撑应与预埋件焊接牢固；

**3** 支撑的位置、间距及安装时机应符合设计要求，并应根据监测信息及时调整。

**14.9.18** 喷射混凝土的强度和厚度等应符合设计要求。喷射混凝土应密实、平整，不得出现裂缝、脱落、漏喷、露筋、空鼓和渗漏水等现象。

**14.9.19** 井壁背后应及时回填注浆。当井壁有涌水时，应分析原因并采取措施。竖井初期支护完成5m～8m后，应及时进行回填注浆。注浆管宜选用$\phi$32或$\phi$20钢管，注浆管应安装在竖井格栅中，水平间距宜为2m～5m，垂直间距宜为隔榀安装，梅花形布置。

**14.9.20** 竖井施工时应埋设步梯预埋件，步梯与竖井支撑预埋件不得共用。

**14.9.21** 格栅的锚杆（管）应根据地质条件、设计要求和监测结果，及时进行锁定。

### Ⅲ 锚杆（管）支护

**14.9.22** 锚杆（管）钻孔应符合下列规定：

**1** 钻孔机具应根据锚杆（管）类型，规格及围岩情况选择；

**2** 钻孔孔距允许偏差应为0～150mm；

**3** 钻孔应保持直线，深度及直径应与锚杆（管）相匹配。

**14.9.23** 锚杆（管）安装应符合下列规定：

**1** 锚杆（管）安装位置应居中；

**2** 地下水地段应先引出孔内的水或在附近另行钻孔；

**3** 孔内灌注砂浆应饱满密实；

**4** 锚杆（管）应与格栅连接。

**14.9.24** 锚杆（管）应按设计要求进行拉拔试验。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

## 14.10 马 头 门

**14.10.1** 竖井初期支护施工至马头门处应预埋暗梁，并应沿马头门拱部外轮廓线打入超前小导管，并应注浆加固地层。

**14.10.2** 马头门洞口处竖井格栅应环向封闭，在洞口两侧应增设竖向联结钢筋。

**14.10.3** 马头门施工应符合下列规定：

**1** 支护材料应能满足施工进度要求；

**2** 施工机具和通风、供电、供水、压缩空气等系统设备应齐全、完好；

**3** 排险物资应已齐备；

**4** 需要加固的围岩强度应已达到设计要求，开挖的围岩结构应稳定；

**5** 作业人员应已完成安全技术交底，并应形成文件；

**6** 影响区内地面、管线、建（构）筑物的监测点应布设完毕，并应明确专人负责；

**7** 洞口应采取超前支护及加固措施。

**14.10.4** 马头门的开挖应符合下列规定：

**1** 隧道洞口处应分段破除竖井井壁，开挖上台阶土方时应保留核心土；

**2** 安装上部洞口补强钢架及洞体初支钢架，连接纵向钢筋，挂钢筋网，喷射混凝土；

**3** 上台阶掌子面进尺 3m～5m 时开挖下台阶，破除下台阶隧道洞口竖井井壁；

**4** 开挖下台阶土方；

**5** 安装下部洞口补强钢架及洞体初期支护钢架，连续纵向钢筋，挂初支钢筋网，喷射墙体及仰拱混凝土。

**14.10.5** 马头门支护应符合下列规定：

**1** 支护方案应根据围岩特性、外部环境、开挖洞口尺寸、施工方法和施工机械确定；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**2** 开挖轮廓线宜采用有效的测量手段进行监控；

**3** 开挖前应对马头门上部或周边围岩进行超前加固与支护，并应确保达到稳定状态；

**4** 开挖面应保持在无水条件下施工；

**5** 在隧道开挖轮廓线的外侧周边，竖井初期支护格栅应做相应的洞口加固处理，必要时可在竖井格栅中预安装隧道第1榀格栅；

**6** 开洞门后，宜在洞内做临时支撑；

**7** 施工期间应对地质条件进行监测，必要时应根据实际情况提出变更意见，修改开挖方法和参数。

## 14.11 隧 道 开 挖

**14.11.1** 隧道施工方法应根据地质条件、隧道埋深、结构断面及地面环境条件等，经过技术、经济比较后确定。

**14.11.2** 隧道施工前，应根据埋深、地质条件、地面环境、开挖断面和施工方法等条件，拟定相应的监控量测方案。

**14.11.3** 隧道喷锚暗挖可根据具体情况采用全断面法、台阶法、中隔壁法（CD法）或交叉中隔壁法（CRD法），并应符合下列规定：

**1** 全断面法宜在稳定的围岩中采用，并应按设计要求施作初期支护结构；

**2** 台阶法的台阶长度应根据围岩级别和开挖断面跨度等因素确定，下台阶应在完成边墙初期支护结构施工后方可开挖中间土体，并应尽快使初期支护封闭成环；

**3** 中隔壁法应采用台阶法施工左、右分块，左、右分块施工的前后错开距离不应小于15m。

**14.11.4** 隧道施工作业区应有良好的通风和照明。

**14.11.5** 开挖面稳定时间不能满足初期支护施工时，应及时对掌子面进行封闭、支护。

**14.11.6** 隧道开挖应控制循环进尺，并应留设核心土。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**14.11.7** 开挖断面应以衬砌设计轮廓线为基准，考虑预留变形量、测量贯通误差和施工误差等因素作适当加大。断面开挖应控制超挖，且不得欠挖。开挖断面允许超挖值应符合表14.11.7的规定，超挖部分应采用与初期支护相同的材料及时回填密实，并应回填注浆。

**表14.11.7 开挖断面允许超挖值**

| 岩层类别 | | 部位 | 允许超挖值（mm） | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 平均值 | 最大值 |
| 爆破岩层 | 硬岩 | 拱部 | 100 | 200 |
| | | 边墙及仰拱 | 100 | 150 |
| | 软岩 | 拱部 | 150 | 250 |
| | | 边墙及仰拱 | 100 | 150 |
| 土质和不需要爆破岩层 | | 拱部 | 80 | 100 |
| | | 边墙 | 20 | 50 |
| | | 仰拱 | 50 | 100 |

**14.11.8** 隧道相对开挖两工作面相距15m～20m时，两工作面不应同时开挖，并应及时进行贯通测量。

**14.11.9** 隧道台阶法施工应在拱部初期支护结构基本稳定，且在喷射混凝土达到设计强度70%以上后，方可进行下部台阶开挖，并应符合下列规定：

**1** 边墙应采用单侧或双侧交错开挖，不得使上部结构同时悬空；

**2** 边墙挖至设计高程后，应立即架设钢筋格栅并喷射混凝土；

**3** 应尽快施作仰拱（底板），使初期支护封闭成环。

**14.11.10** 两条平行隧道相距小于1倍隧道开挖跨度时，其前后开挖面错开距离不应小于15m。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

## 14.12 初 期 支 护

### Ⅰ 钢筋格栅、钢筋网加工、运输及架设

**14.12.1** 钢筋应采用冷弯加工。

**14.12.2** 格栅钢架应在加工厂统一制作。第一榀格栅分段加工完成后，应进行试拼，经检验合格后方可批量加工。

**14.12.3** 加工成形的格栅钢筋应圆顺，拱架矢高及弧长允许偏差应为0～20mm，扭曲度允许偏差应为0～20mm。成品格栅钢架在出厂前应经质量检验人员验收，合格后方可出厂。

**14.12.4** 钢筋网所用钢筋表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状锈蚀。钢筋型号、网格尺寸应符合设计要求。钢筋间距允许偏差应为±10mm，钢筋搭接长度允许偏差应为±15mm。

**14.12.5** 运输过程中应对格栅和网片采取保护措施，不得发生变形。

**14.12.6** 钢架安装应符合下列规定：

**1** 安装前应检查各部尺寸并进行试拼，合格后方可进洞组装；

**2** 组装后格栅应在同一个平面内，连接板位置应符合设计要求，连接件应齐全；

**3** 应使用激光定位仪控制格栅中心、高程。格栅钢架平面应与隧道轴线垂直，横向允许偏差应为±30mm，纵向允许偏差应为±50mm，高程允许偏差应为±30mm，垂直度允许偏差不应大于5‰，钢架保护层厚度允许偏差应为－5mm～0；

**4** 不得侵入二次衬砌断面，脚底不得有虚渣；

**5** 沿钢架外缘每隔1m应用混凝土预制块等与围岩顶紧，钢架与围岩间的间隙应采用喷射混凝土喷填密实。

**14.12.7** 格栅就位后，钢筋格栅节点及相邻格栅纵向连接筋应连接牢固。

**14.12.8** 钢筋网宜在喷射一层混凝土后铺挂。采用双层钢筋网

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

时，第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖及混凝土终凝后进行铺设。网片搭接应符合设计要求。

### Ⅱ 锚杆（管）

**14.12.9** 隧道拱脚应采用斜向下20°～30°打入的锁脚锚杆（管）锁定。

**14.12.10** 锁脚锚杆（管）应与格栅焊接牢固。

**14.12.11** 锁脚锚杆（管）打入后应及时注浆。

**14.12.12** 岩体锚杆应在初期支护结构喷射混凝土后按设计要求及时安装，并应进行抗拔试验。同一批试件抗拔力的平均值不得小于设计锚固力，且同一批试件抗拔力的最低值不应小于设计锚固力的90%。

### Ⅲ 喷射混凝土

**14.12.13** 初期支护应在隧道开挖后及时进行施作。

**14.12.14** 喷射混凝土前应检查开挖断面尺寸、清除开挖面、拱脚或墙脚处的土块等杂物，并应设置控制喷层厚度的标志。

**14.12.15** 混凝土的喷射方式应根据工程地质及水文地质、喷射量等条件确定，宜采用湿喷方式。

**14.12.16** 喷射混凝土材料应符合下列规定：

**1** 喷射混凝土不得选用具有潜在碱活性的骨料；

**2** 速凝剂的品种和最佳掺量应经试验确定，初凝时间不得超过5min，终凝时间不得超过10min；

**3** 混合料应搅拌均匀、无结团，搅拌应采用强制式混凝土搅拌机，不得人工搅拌；

**4** 水泥和速凝剂运输和存放中不得受潮；

**5** 骨料中不得混入杂物，装入喷射机前应过筛。混合料应随拌随用，存放时间不应超过20min；

**6** 水泥与砂石重量比宜为1∶4～1∶4.5；含砂率宜为45%～55%；水灰比宜为0.40～0.45；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**7** 水泥和速凝剂称量允许偏差应为±2%，砂石称量允许偏差应为±3%。

**14.12.17** 喷射作业应符合下列规定：

**1** 作业区应有良好的通风、照明；

**2** 开挖断面尺寸应已检查合格；

**3** 松动的浮石、土块和杂物应已清除干净，拱脚和仰拱上的堆积物应已清除，并应采用高压风吹净；

**4** 控制喷射混凝土厚度的标志物应已埋设；

**5** 喷射机的风压、水压应已调整好。

**14.12.18** 喷射作业应分段、分层进行，并应符合下列规定：

**1** 喷射顺序应由下而上，先喷钢架与壁面间混凝土，再喷两榀钢架之间的混凝土；

**2** 喷射混凝土时，喷头应与受喷面保持垂直，喷头距受喷面的距离不宜大于1m；

**3** 喷射压力应控制在0.12 MPa～0.15MPa的范围；

**4** 侧壁的一次喷射厚度应为70mm～100mm，拱顶部分的一次喷射厚度应为50mm～60mm；

**5** 当分层喷射时，应在前一层喷射混凝土终凝后再喷射下一层。如两次喷射间隔时间过长，再次喷射前，应先清洗喷层表面；

**6** 喷嘴应避开格栅钢筋密集点，不得产生结团，对悬挂在钢筋网上的混凝土结团应及时清除；

**7** 喷射时应减少喷射混凝土材料的回弹量，边墙不宜大于15%，拱部不宜大于25%，不得使用回弹料；

**8** 喷射混凝土完成后，应及时布设监测点，并应根据监测数据，分析初期支护的变化动态。

**14.12.19** 喷射混凝土应将钢筋全部覆盖，喷层应无干斑和滑移流淌现象。当基面有滴水、淌水、集中出水点的情况时，应采用埋管等方法进行引导疏干。喷射混凝土应密实、平整，平整度不应大于30mm，且低凹处矢弦比不应大于1/6，不得有裂缝、脱

住房城乡建设部信息公开
测试专用

落、漏喷、露筋、空鼓和渗漏水等现象。

### Ⅳ 初期支护背后回填注浆

**14.12.20** 初期支护施工时应按设计要求预埋回填注浆管，注浆管宜外露100mm，并应用棉纱塞孔。

**14.12.21** 初期支护背后注浆时，应从两边墙底部向拱顶交叉进行，并应从无水或少水孔向有水孔注浆。

**14.12.22** 注浆时应随时观察压力和流量变化，压力逐渐上升，流量逐渐减小，当注浆压力达到设计终压后，应稳定3min，方可结束本次注浆。

**14.12.23** 注浆过程中应做好记录，可每隔5min记录一次压力和流量值及串、漏浆情况。

**14.12.24** 注浆结束后应及时用棉纱塞紧孔口。

**14.12.25** 注浆完成后应进行注浆效果检查，对不符合要求的区段应进行补孔注浆。

## 14.13 防 水 层

### Ⅰ 基 面 处 理

**14.13.1** 基面应坚实、无尖锐突出物，并不得有露筋、蜂窝等缺陷。

**14.13.2** 基面阴、阳角处应做成100mm圆弧或50mm×50mm钝角，表面平整度$D_a/L_a$（$D_a$为初期支护基面相邻两凸面间凹进去的深度，$L_a$为初期支护基面相邻两凸面间的距离）不应大于1/6。

**14.13.3** 基面渗漏水、残留水应进行处理，并应符合本规程第11.3.3条的规定。

### Ⅱ 防水层施工

**14.13.4** 防水层施工前应先铺设缓冲层，缓冲层应采用暗钉圈



住房城乡建设部信息公开浏览专用

固定在基面上。

**14.13.5** 防水层搭接缝应为热熔双焊缝，每条焊缝的有效宽度不应小于10mm。焊缝不得有漏焊、焊焦、焊穿等现象。相邻两幅防水板的搭接宽度不应小于100mm。

**14.13.6** 防水层环向铺设时，应先拱后墙，下部防水板应压住上部防水板。

**14.13.7** 复合式衬砌的塑料板铺设与内衬混凝土的纵向施工距离不应小于5m。

### Ⅲ 防水层保护

**14.13.8** 施工过程中防水材料的保护应符合下列规定：

**1** 防水材料的装运应采取保护措施；

**2** 不得穿带有鞋钉的硬底鞋在防水材料上行走；

**3** 不得将木板、钢管、钢筋等尖硬物斜靠、横放、竖立在防水材料上；

**4** 洒落在防水材料上的豆石、砂浆等应及时清扫干净；

**5** 绑扎、焊接钢筋时应对防水材料采取防刺穿、防灼伤等保护措施。

**14.13.9** 底板（仰拱）防水板铺设后，应按设计要求及时施作保护层。

**14.13.10** 混凝土出料口和振捣棒不得直接接触防水材料。

**14.13.11** 防水层的成品保护应由专人负责，发现问题应及时修补。

### Ⅳ 细部构造防水施工

**14.13.12** 变形缝的防水材料应符合下列规定：

**1** 防水材料应满足密封防水、适应变形、施工方便、检修容易等要求；

**2** 止水带宽度和材质的物理性能均应符合设计要求，且应无裂缝和气泡。接缝应采用热接，不得叠接。接缝应平整、牢

住房城乡建设部信息公开浏览专用

固，不得有裂口和脱胶现象。

**14.13.13** 变形缝的防水施工应符合下列规定：

**1** 止水带应采用中埋式与背贴式复合施工，同时应按设计图纸要求施做相应的防水层，变形缝的复合防水构造形式应符合设计要求和现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的有关规定；

**2** 变形缝设置中埋式止水带时，混凝土浇筑前应校正止水带位置，且表面应清理干净，止水带损坏处应进行修补；

**3** 中埋式止水带的接缝应设在边墙高于水平施工缝钢筋甩头的位置上，不得设在结构转角处，接缝应采用热压焊接，且应平整、牢固。中埋式止水带在转弯处应做成圆弧形；

**4** 中埋式止水带中心线应和变形缝中心线重合，止水带不得穿孔或用铁钉固定；

**5** 填密封材料时，缝两侧的基面应密实、洁净、干燥，并应涂刷基层处理剂。嵌缝底部应设置背衬材料。密封材料嵌填应严密、连续、饱满、粘结牢固，不得有气泡、开裂、脱落等现象；

**6** 顶拱、底板止水带的下侧混凝土应振捣密实，边墙止水带内外侧混凝土应均匀，止水带位置应正确，表面应平直，不得有卷曲现象。

**14.13.14** 施工缝的防水应符合下列规定：

**1** 施工缝的位置应在混凝土浇筑前按设计要求和施工技术方案确定；

**2** 墙体水平施工缝宜设置在高出底板表面不小于300mm的墙体上，拱（板）墙结合的水平施工缝宜设置在拱（板）墙接缝线以下150mm～300mm处，垂直施工缝应避开地下水较丰富的地段，并宜与变形缝相结合；

**3** 施工缝防水构造应符合设计要求和现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208的有关规定；

**4** 止水条（胶）、中埋式止水带等的规格与性能应符合设计

住房城乡建设部信息公开浏览专用

要求；

**5** 采用遇水膨胀橡胶腻子等材料止水条时，应将止水条安装在缝表面预留槽内；

**6** 采用中埋式止水带时，止水带位置应准确，埋设应牢固；

**7** 止水带在转弯处的转角半径不应小于 200mm；

**8** 在施工缝处继续浇筑混凝土前，已浇筑的水平施工缝混凝土强度不应小于 1.2MPa，垂直施工缝混凝土强度不应小于 2.5MPa；

**9** 水平施工缝浇筑混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除，铺设净浆或涂刷混凝土界面处理剂、水泥基渗透结晶型防水涂料后，再铺设 30mm～50mm 厚的 1∶1 水泥砂浆；

**10** 垂直施工缝浇筑混凝土前，应将其表面清理干净，涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料。

**14.13.15** 穿墙管防水应符合设计要求和现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

## 14.14 二 次 衬 砌

### Ⅰ 钢 筋 工 程

**14.14.1** 钢筋加工的允许偏差应符合表 14.14.1 的规定。

**表 14.14.1 钢筋加工的允许偏差**

| 项目 | 允许偏差（mm） |
|---|---|
| 受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸 | ±10 |
| 弯起钢筋的弯折位置 | ±20 |
| 箍筋内净尺寸 | ±5 |

**14.14.2** 钢筋架立时，应按设计图纸中标注的钢筋保护层厚度设置好保护层垫块。

### Ⅱ 模 板 工 程

**14.14.3** 模板的结构应能满足钢筋安装和混凝土灌注等工艺要

住房城乡建设部信息公开浏览专用

求，并宜简单、便于施工、装拆灵活、利于搬运。

**14.14.4** 模板支撑的强度和稳定性应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299 的有关规定。

**14.14.5** 模板铺设应牢固、平整，接缝应严密，支撑系统连接应牢固、稳定；用作模板的地坪、胎模等应平整光洁，不得出现影响构件质量的下沉或起鼓。

**14.14.6** 模板安装应符合下列规定：

**1** 模板接缝应紧密，不得产生漏浆；

**2** 模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷隔离剂，并不得采用影响结构性能或妨碍装饰工程施工的隔离剂；

**3** 浇筑混凝土前，应将模板内的杂物清理干净；

**4** 结构变形缝端头模板处的填缝板中心应与初期支护结构变形缝中心线重合。变形缝止水带的安装位置应准确且牢固，止水带应与变形缝垂直；

**5** 安装现浇结构的上层模板及其支架时，下层板应具有承受上层荷载的承载能力，或加设支架；上、下层支架的立柱应对准，并应铺设垫板。模板安装和浇筑混凝土时应对模板及其支架进行观察和维护，发生异常情况时，应按施工技术方案及时进行处理。

**14.14.7** 预埋件、预留孔洞的允许偏差应符合表 14.14.7 的规定。

**表 14.14.7 预埋件、预留孔洞的允许偏差**

| 项　　目 | | 允许偏差（mm） |
|---|---|---|
| 预埋钢板中心线位置 | | ±3 |
| 预埋管、预留孔中心线位置 | | ±3 |
| 插筋 | 中心线位置 | ±5 |
| | 外露长度 | 0～10 |
| 预埋螺栓 | 中心线位置 | ±2 |
| | 外露长度 | 0～10 |

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

续表 14.14.7

| 项　　目 | | 允许偏差（mm） |
|---|---|---|
| 预留洞 | 中心线位置 | ±10 |
| | 尺寸 | 0～10 |

注：检查轴线位置时，应沿纵横两个方向量测，并取其中的较大值。

**14.14.8**　混凝土养护和结构拆模应符合下列规定：

**1**　防水混凝土终凝后应立即养护，并应保持湿润，养护期不得少于 14d；

**2**　拆模时，混凝土结构表面温度与周围气温的温差不应大于 20℃；

**3**　混凝土强度达到设计要求时，方可拆除底模及其支架；

**4**　拆除的模板应及时清除灰渣、维修，并应妥善保管。

### Ⅲ　混凝土工程

**14.14.9**　混凝土工程应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。混凝土的冬期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的有关规定和施工技术方案的要求。

**14.14.10**　混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间，同一施工段的混凝土应连续浇筑。

**14.14.11**　混凝土浇筑过程中应随时观测模板、支撑、钢筋预埋件和预留洞等情况，发现问题应及时处理。

**14.14.12**　变形缝设置中埋式止水带时，混凝土浇筑应符合下列规定：

**1**　浇筑前应校正止水带的位置，止水带的表面应清理干净，止水带不得有损坏；

**2**　顶拱、底板结构止水带的两侧混凝土应振实，将止水带压紧后方可继续浇筑混凝土；

**3**　边墙处的止水带位置应正确，固定应牢靠，且止水带应

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

平直、无卷曲现象。内外侧混凝土应均匀水平浇筑。

Ⅳ　二次衬砌背后充填注浆

**14.14.13**　注浆管材料及安装应符合下列规定：

**1**　注浆管宜选用 $\phi$32 或 $\phi$20 钢管；

**2**　注浆管长度应与结构内表面平齐或外露结构内表面 100mm；

**3**　注浆管与防水层距离不应小于 10mm，注浆管处的防水层应为双层，模板处注浆管口应设置丝堵；

**4**　注浆管安装前，应在与防水层接触一端焊接端帽，端帽与防水层的间距宜为 20mm～30mm；

**5**　注浆管侧壁应设置溢浆孔。

**14.14.14**　充填注浆应从两端拱脚开始向拱顶压注，并应每 5min 观察、记录压力和流量。

**14.14.15**　充填注浆完成后，应综合采用分析法、直观检查法或无损检测法对注浆效果进行检查，对于检查不符合要求的区段应进行补注。

## 14.15　支　架

**14.15.1**　支架的加工与安装应符合设计图纸要求和现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的有关规定。

**14.15.2**　支架安装的允许偏差应符合表 14.15.2 的规定。

**表 14.15.2　支架安装的允许偏差**

| 支架类型 | 允　许　偏　差 |
| --- | --- |
| 固定支架 | 平面上，立柱间距 0～2mm；横向上，立柱内侧与管道中心线距离偏差±2mm，纵向上，两立柱中心连线与管道中心线垂直；立柱与结构底板垂直。<br>嵌固深度 0～10mm |
| 导向支架 | 平面上，立柱间距 0～6mm；横向上，立柱内侧与管道中心线距离偏差±2mm，纵向上，两立柱中心连线与管道中心线垂直；立柱与结构底板垂直。<br>嵌固深度 0～10mm |

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

续表 14.15.2

| 支架类型 | 允 许 偏 差 |
| --- | --- |
| 滑动支架 | 平面上，立柱间距 0～10mm；横向上，立柱内侧与管道中心线距离偏差±2mm，纵向上，两立柱中心连线与管道中心线垂直；立柱与结构底板垂直。滑动面应与底板平行。<br>嵌固深度 0～10mm |

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 15 工 程 验 收

## 15.1 一 般 规 定

**15.1.1** 工程施工现场质量管理应制定相应的质量管理体系和施工质量控制与检验制度。

**15.1.2** 施工现场质量管理检查记录应在施工前按本规程表E.0.1的格式填写，总监理工程师应组织监理工程师进行检查，并应作出检查结论。

**15.1.3** 工程应按下列规定进行施工质量控制：

**1** 施工单位应对工程采用的主要材料、构配件和设备的外观、规格、型号和质量证明文件等进行验收，并应经监理工程师检查认可；

**2** 凡涉及结构安全和使用功能的有关产品，施工单位应进行检验，监理单位应按规定进行见证取样检测；

**3** 各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，施工单位应进行检查，并应形成记录；

**4** 工序之间应进行交接检验，上道工序应满足下道工序的施工条件和技术要求；相关专业工序之间的交接检验应经监理工程师检查认可。未经检查或经检查不合格的不得进行下道工序施工。

**15.1.4** 工程施工质量的验收应符合下列规定：

**1** 工程施工质量应符合本规程和相关专业验收标准的规定；

**2** 工程施工质量应符合工程勘察、设计文件的要求；

**3** 参加工程施工质量验收的各方人员应具备相应的资格；

**4** 工程施工质量的验收均应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行；

**5** 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收，

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

并应填写隐蔽工程验收文件；

**6** 涉及结构安全的试块、试件以及有关材料，监理单位应按规定进行平行检验或见证取样检测；

**7** 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收；

**8** 对涉及结构安全和使用功能的分部工程应进行抽样检测；

**9** 承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应的资质；

**10** 单位工程的观感质量应由验收人员通过现场检查共同确认。

**15.1.5** 工程验收还应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 和《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的有关规定。

## 15.2 验收的程序和组织

**15.2.1** 工程施工质量验收的程序和组织应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定。

**15.2.2** 检验批应由施工单位自检合格后报监理单位，由监理工程师组织施工单位专职质量检查员等进行验收。监理单位应对全部主控项目进行检查，对一般项目的检查内容和数量可根据具体情况确定。检验批质量验收记录应按本规程附录表 E.0.2 的格式填写。

**15.2.3** 分项工程应由监理工程师组织施工单位项目专业技术负责人等进行验收，分项工程验收记录可按本规程表 E.0.3 的格式填写。

**15.2.4** 分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人等进行验收；地基与基础、主体结构分部工程的验收应有勘察、设计单位项目负责人参加，分部工程验收记录可按本规程表 E.0.4 的格式填写。

**15.2.5** 单位工程完工后，施工单位应自行组织有关人员进行检

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

查评定，并应向建设单位提交工程验收报告。

**15.2.6** 建设单位收到单位工程验收报告后，应由建设单位项目负责人组织施工（含分包单位）、设计、监理单位（项目）负责人进行单位（子单位）工程验收，单位工程验收记录应按本规程表 E.0.5-1～表 E.0.5-4 的格式填写。

## 15.3 施工质量验收的划分

**15.3.1** 检查室工程、隧道工程宜分别作为一个单位工程进行施工质量验收，一个单位工程划分为分部工程、分项工程和检验批。

**15.3.2** 防水工程应作为检查室工程、隧道工程的一个分部工程进行施工质量验收。

## 15.4 施工质量验收

**15.4.1** 检验批的质量验收应包括下列内容：

**1** 实物检查应符合下列规定：

**1）** 原材料、构配件和设备应进行进场检验；

**2）** 混凝土强度应进行抽样检验；

**3）** 本规程中采用计数检验的项目，应按抽查总点数的合格点率进行检查。

**2** 资料检查应包括原材料、构配件和设备等的质量证明文件和检验报告、施工过程中重要工序的自检和交接检验记录、平行检验报告、见证取样检测报告和隐蔽工程验收记录等。

**15.4.2** 检验批质量验收合格应符合下列规定：

**1** 主控项目的质量经抽样检验应全部合格；

**2** 一般项目的质量经抽样检验应合格；有允许偏差的抽查点，除有专门要求外，合格点率应达到 80%及以上，且不合格点的最大偏差不得大于允许偏差的 1.5 倍；

**3** 应具有完整的施工操作依据、质量检查记录。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**15.4.3** 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

**1** 分项工程所含的检验批均应合格；

**2** 分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。

**15.4.4** 分部工程质量验收合格应符合下列规定：

**1** 分部工程所含分项工程的质量均应合格；

**2** 质量控制资料应完整；

**3** 隧道限界、结构/衬砌厚度、强度、衬砌背后充填及防水等涉及结构安全和使用功能的检验和抽样检测结果应符合有关规定。

**15.4.5** 单位工程质量验收合格应符合下列规定：

**1** 单位工程所含分部工程的质量均应合格；

**2** 质量控制资料应完整；

**3** 单位工程所含分部工程有关安全和功能的检测资料应完整；

**4** 主要功能的抽查结果应符合国家现行有关标准的规定；

**5** 观感质量验收应符合要求。

**15.4.6** 当检验批工程质量不合格时，应按以下规定进行处理：

**1** 经返工重做的或更换构配件、设备的检验批，应重新进行验收；

**2** 当检验批的试块、试件强度不能满足要求时，应由有资质的法定检测单位检测鉴定，并应经原设计单位确认，达到设计要求的检验批，应予以验收；不到设计要求，但经检算认可能够满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；

**3** 经返修或加固处理的检验批，虽然改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。

**15.4.7** 通过返修或加固处理仍不能满足安全和使用功能要求的分部工程、单位工程，不得验收。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

## 15.5 监控量测

### 主控项目

**15.5.1** 隧道施工应按设计要求进行监控量测和信息反馈。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：查阅设计文件和监控量测记录。

**15.5.2** 监控量测所使用的测试仪器、仪表和传感器应选用抗干扰性强、适应现场长期观测的产品，并应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查产品出厂合格证、产品鉴定合格证和物理技术性能检测报告。

**15.5.3** 施工过程应根据工程地质、水文地质条件，周边环境条件和设计要求，控制地面隆沉：标准断面隧道施工，隆起不宜大于10mm，沉降不宜大于30mm。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查施工过程监控量测记录。

**15.5.4** 施工引起的地面建（构）筑物的沉降和倾斜应符合设计要求和国家现行标准的有关规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查施工过程监控量测记录。

### 一般项目

**15.5.5** 量测元件应按设计要求埋设和保护。

检查数量：施工单位应全数检查，监理单位抽查10%。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

**15.5.6** 监控量测频率应符合本规程第13章的规定，并应用回归分析法进行数据处理。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位抽查10%。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

检验方法：检查监控量测记录。

## 15.6 地层预支护及加固

### Ⅰ 管 棚

#### 主控项目

**15.6.1** 管棚所用的钢管的品种、级别、材质、规格和数量应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、尺量检查和检查质量证明文件及取样检测报告。

**15.6.2** 管棚的搭接长度应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查；监理单位每排抽查不得少于3根，所抽查的钢管不得连续排列。

检验方法：观察、尺量检查。

#### 一般项目

**15.6.3** 钻孔的外插角、孔位、孔深、孔径应符合设计要求，其施工允许偏差应符合本规程第14.8.7条的规定。

检验数量：施工单位全数检验，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：仪器测量、尺量检查。

**15.6.4** 注浆材料、浆液强度和配合比应符合设计要求及本规程第14.8节的规定。

检验数量：施工单位全数检验，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：观察检查和检查注浆记录。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

## Ⅱ 超前小导管

### 主 控 项 目

**15.6.5** 超前小导管所用的钢管的品种、级别、材质、规格和数量应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、钢尺检查和检查质量证明文件及取样检测报告。

**15.6.6** 超前小导管的纵向搭接长度应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查和尺量检查。

### 一 般 项 目

**15.6.7** 超前小导管施工允许偏差应符合本规程第14.8.7条的规定。

检验数量：施工单位每环抽查5根，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：仪器测量和尺量检查。

**15.6.8** 超前小导管注浆材料、浆液强度和配合比应符合设计要求。

检验数量：施工单位应全数检查，监理单位应按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：观察检查和检查施工记录的注浆量和注浆压力。

## Ⅲ 地层注浆加固

### 主 控 项 目

**15.6.9** 浆液的配合比应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

检验方法：施工单位进行配合比选定试验；监理单位检查试验报告、见证试验。

**15.6.10** 注浆效果应符合设计要求，且不应对地下管线等造成破坏性影响。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查和开挖检查。

一 般 项 目

**15.6.11** 注浆孔的数量、布置、间距、孔深应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检验数的30%作见证检验或按10%作平行检验。

检验方法：观察检查和尺量检查。

**15.6.12** 注浆浆液达到一定强度后方可开挖。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：开挖检查、观察。

## 15.7 检查室（竖井）

### Ⅰ 竖井锁口圈梁

主 控 项 目

**15.7.1** 圈梁的构造、尺寸，配筋及混凝土的强度应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位应全数检查。

检验方法：观察、尺量和检查试验资料。

一 般 项 目

**15.7.2** 圈梁的中线、高程应符合设计要求，其平面位置允许误差应为±30mm，高程允许误差应为±20mm。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

检验方法：尺量检查。

## Ⅱ 龙 门 架

### 主 控 项 目

**15.7.3** 龙门架和提升机在安装完毕后应经验收合格后方可投入使用。龙门架的基础（生根）应能可靠承受作用在其上的全部载荷，基础的埋深与做法应符合设计要求。基础表面应平整，其水平度允许偏差应为0～10mm。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察检查和尺量检查。

**15.7.4** 龙门架结构所用的材质和截面形状（型钢类型、截面高度等）应满足设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查和尺量检查。

### 一 般 项 目

**15.7.5** 龙门架的安装位置应符合设计要求，其平面位置允许误差应为±30mm，高程允许误差应为±20mm。

检验数量：施工单位、监理单位应全数检查。

检验方法：尺量检查。

## Ⅲ 检查室（竖井）开挖

### 主 控 项 目

**15.7.6** 开挖断面的中线、高程应符合设计要求。

检验数量：施工单位每开挖一循环检查1次，监理单位按施工单位检查数的20%抽查。

检验方法：激光断面仪、全站仪、水准仪测量。

**15.7.7** 检查室（竖井）开挖应符合设计要求，不得欠挖。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

检验数量：施工单位、监理单位每开挖一循环检查1次。

检验方法：施工单位采用激光断面仪、全站仪、水准仪量测周边轮廓断面，绘断面图与设计断面核对；监理单位现场核对开挖断面，必要时采用仪器测量。

**15.7.8** 检查室（竖井）平面位置的允许偏差应为±30mm。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：仪器测量。

一般项目

**15.7.9** 断面开挖允许超挖值应符合本规程表14.9.3的规定。

检验数量：施工单位、监理单位每一循环检查1次。

检验方法：量测开挖断面，绘断面图与设计尺寸核对。

**15.7.10** 小规模塌方处理时，应采用耐腐蚀性材料回填，并做好回填注浆。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

Ⅳ 检查室（竖井）支护

**15.7.11** 锚喷支护工程验收时，应提供下列资料：

**1** 原材料出厂合格证，工地材料试验报告，代用材料试验报告；

**2** 锚喷支护施工记录；

**3** 喷射混凝土强度、厚度、外观尺寸及锚杆抗拔力等检查和试验报告，预应力锚杆的性能试验与验收试验报告；

**4** 施工期间的地质素描图；

**5** 隐蔽工程检查验收记录；

**6** 设计变更报告；

**7** 工程重大问题处理文件；

**8** 竣工图。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：逐一查阅资料。

**15.7.12** 检查室（竖井）支护施工质量的验收应符合本规程第15.9节的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：逐一查阅资料。

### Ⅴ 检查室（竖井）支撑

#### 主控项目

**15.7.13** 竖井支撑结构的材料、安装应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查钢材质量合格证明文件、中文标志及检验报告。

#### 一般项目

**15.7.14** 竖井支撑安装位置的允许偏差应为±30mm。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：尺量检查。

### Ⅵ 检查室（竖井）防水

**15.7.15** 检查室防水工程验收应提供防水材料质量合格证、试验报告和质量评定记录、隐蔽工程验收记录。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：逐一查阅资料并应做气密性试验。

**15.7.16** 防水层的施工质量应符合本规程第14.13节的规定。

检验数量：施工单位、监理单位按每100m$^2$抽查1处，每处



住房城乡建设部信息公开浏览专用

10 $m^2$，且不得少于3处，细部构造应按全数进行检查。

检验方法：观察和焊缝充气检查。

### Ⅶ 检查室（竖井）二衬

**15.7.17** 钢筋材质、规格、数量应符合设要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、尺量和取样试验。

**15.7.18** 模板安装、隔离剂性能和涂刷质量应符合本规程第14.14.6条的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

**15.7.19** 用作模板的地坪、胎模等表面质量应符合本规程第14.14节的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

**15.7.20** 模板工程安装偏差、预留孔洞、模板拆除等应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：尺量和观察检查。

**15.7.21** 混凝土强度和厚度应符合设计要求，二次衬砌混凝土的浇筑、背后充填注浆及施工缝检验（质量符合）应符合本规程第15.12节的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、尺量和取样试验。

**15.7.22** 细部构造防水的施工质量应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208的有关规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察和尺量。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

### Ⅷ 检查室辅助设施

主 控 项 目

**15.7.23** 检查室的爬梯、护栏、休息平台、操作平台所使用的材料和安装质量应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查质量合格证明文件、中文标志及检验报告、用钢尺测量截面厚度、安装尺寸、安装位置。

一 般 项 目

**15.7.24** 检查室的爬梯、护栏的安装位置的允许偏差应为±5mm。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：尺量检查。

## 15.8 隧道土方开挖

主 控 项 目

**15.8.1** 开挖断面的中线、高程应符合设计要求。

检验数量：施工单位每开挖一循环检查1次，监理单位按施工单位检查数的20%抽查。

检验方法：激光断面仪、全站仪、水准仪测量。

**15.8.2** 开挖断面应符合设计要求，不得欠挖。

检验数量：施工单位、监理单位每开挖一循环检查1次。

检验方法：施工单位采用激光断面仪、全站仪、水准仪量测周边轮廓断面，绘断面图与设计断面核对；监理单位现场核对开挖断面，必要时应采用仪器测量。

**15.8.3** 隧道贯通的平面位置允许误差应为±30mm，高程允许误差应为±20mm。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

检验数量：施工单位、监理单位每一贯通面检查1次。

检验方法：仪器测量。

一 般 项 目

**15.8.4** 断面开挖允许超挖值应符合本规程表14.11.7的规定。

检验数量：施工单位、监理单位每一循环检查一次。

检验方法：量测开挖断面，绘断面图与设计图及本规程表14.11.7核对观察检查。

**15.8.5** 小规模塌方处理时，应采用耐腐蚀性材料回填，并做好回填注浆。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

## 15.9 初 期 支 护

### Ⅰ 喷射混凝土

主 控 项 目

**15.9.1** 喷射混凝土使用的水泥应按批次对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行验收，并应对其强度、凝结时间、安定性进行试验，其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175等的有关规定。当使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂日期超过3个月（快硬硅酸盐水泥逾期一个月）时，应进行复检，并按复检结果使用。

检验数量：同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，散装水泥不超过500t为一批，袋装水泥不超过200t为一批，当不足上述数量时，也按一批计。施工单位每批抽样不得少于1次；监理单位平行检验或见证取样检测，抽检次数为施工单位抽检次数的30%，但不得少于1次。

检验方法：检查产品出厂合格证、出厂检验报告和进场复检

住房城乡建设部信息公开浏览专用

报告。

**15.9.2** 喷射混凝土所用的细骨料应按批进行检验，其颗粒级配、坚固性指标应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定，细度模数应大于 2.5，含水率应控制在 5%～7%。

检验数量：同一产地、同一品种、同一规格且连续进场的细骨料，每 400m³ 或 600t 为一批，不足 400m³ 或 600t 也按一批计。施工单位每批抽检 1 次；监理单位作见证取样检测，抽检次数应为施工单位抽检次数的 30%，但不得少于 1 次。

检验方法：施工单位现场取样试验；监理单位检查全数试验报告或见证取样检测。

**15.9.3** 喷射混凝土使用的粗骨料宜用卵石或碎石，粒径不应大于 15mm，含泥量不应大于 1%。

检验数量：同一产地、同一品种、同一规格且连续进场的粗骨料，每 400m³ 或 600t 为一批，不足 400m³ 或 600t 也按一批计。施工单位每批抽检一次，监理单位见证取样检测，抽检次数为施工单位抽检次数的 30%，但不得少于 1 次。

检验方法：施工单位现场取样试验；监理单位检查全数试验报告或见证取样检测。

**15.9.4** 喷射混凝土使用的外加剂质量应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定。

检验数量：同一产地、同一品种、同一批号、同一出厂日期且连续进场的外加剂，每 50t 为一批，不足 50t 应按一批计。施工单位每批抽检 1 次；监理单位见证取样检测，抽检次数为施工单位抽检次数的 30%，但不得少于 1 次。

检验方法：施工单位检查产品合格证、出厂检验报告并进行试验；监理单位检查全数产品合格证、出厂检验报告、进场检验报告并进行见证取样检测。

**15.9.5** 喷射混凝土拌合用水的水质应符合现行行业标准《混凝

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

检验数量：同水源的，施工单位试验检查不少于 1 次，监理单位见证试验。

检验方法：施工单位做水质分析试验，监理单位检查试验报告，见证试验。

**15.9.6** 喷射混凝土的配合比应符合设计要求。

检验数量：施工单位对同强度等级、同性能喷射混凝土进行一次混凝土配合比设计，监理单位全数检查。

检验方法：施工单位进行配合比选定试验；监理单位检查配合比选定单。

**15.9.7** 喷射混凝土的强度应符合设计要求。用于检查喷射混凝土强度的试件，可采用喷大板切割制取。当对强度有异议时，可在混凝土喷射地点采用钻芯取样法随机抽取制作试件做抗压试验。

检验数量：施工单位每 20m 在拱部和边墙各留置不少于两组抗压强度试件；监理单位按施工单位检验数的 30%作见证检验或按 10%作平行检验。

检验方法：施工单位进行混凝土强度试验；监理单位检查混凝土强度试验报告并进行见证取样检测或平行检验。

**15.9.8** 喷射混凝土的厚度应符合设计要求。每个断面检查点数 60%以上的喷射厚度不应小于设计厚度，最小值不应小于设计厚度的 40%，厚度平均值不应小于设计厚度。

检验数量：每 10m 检查一个断面，从拱顶中线起，每 2m 凿孔检查一个点，监理单位按施工单位检验数的 30%作见证检验或按 10%比例抽查。

检验方法：施工单位、监理单位检查控制喷层的标志或凿孔检查。

**15.9.9** 喷射混凝土 2h 后应进行养护；养护时间不应小于 14d；当气温低于 5℃，混凝土低于设计强度的 40%时不得受冻。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

检验方法：观察检查。

**15.9.10** 锚喷支护工程验收时提供的资料应符合本规程第15.7.11条的规定。

一 般 项 目

**15.9.11** 喷射混凝土方式应符合本规程第14.12节的规定。

检验数量：施工单位每一个作业循环检查一个断面，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：观察检查。

**15.9.12** 喷射混凝土拌合物的坍落度应符合设计要求。

检验数量：施工单位每工作班不少于一次，监理单位作见证检验。

检验方法：坍落度试验。

**15.9.13** 喷射混凝土原材料每盘称重的允许偏差应符合本规程第14.12节的规定。各种衡器应定期检定，每次使用前应进行零点校核。当遇到雨天或含水率有显著变化时，应增加含水率检测次数，并应及时调整水和骨料的用量。

检验数量：施工单位每工作班不应少于1次，监理单位作见证检验。

检验方法：复称检查。

**15.9.14** 喷射混凝土表面平整度应符合本规程第14.12.19条的规定。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或按10%作平行检验。

检验方法：观察检查。

## Ⅱ 锁 脚 锚 管

主 控 项 目

**15.9.15** 半成品、成品锚管的类型、规格、性能等应符合设计



住房城乡建设部信息公开 浏览专用

要求和国家现行标准的有关规定。

检验数量：施工单位按进场的批次，每批随机抽样5%进行试验；监理单位按施工单位检验数量的30%见证取样检测。

检验方法：施工单位检查产品合格证、出厂检验报告并进行试验；监理单位检查全部产品合格证、出厂检验报告并进行见证取样检测。

**15.9.16** 锚管安装的数量应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位逐根清点。

检验方法：现场目测检查。

**15.9.17** 砂浆锚管采用的砂浆强度等级、配合比应符合设计要求。

检验数量：施工单位每作业段检查1次；监理单位按30%的比例见证取样检测。

检验方法：施工单位进行配合比设计，做砂浆强度试验；监理单位检查配合比和试验报告，应进行见证取样检测。

**15.9.18** 锚管孔内灌注砂浆应饱满密实。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按30%的比例作见证检验。

检验方法：观察检查和检查施工记录。

一 般 项 目

**15.9.19** 锚管的角度、方向与格栅钢架的连接方式和打设时机应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验。

检验方法：观察检查。

**15.9.20** 锚管安装孔位允许偏差应为±150mm。

检验数量：施工单位按10%的比例随机抽样检查，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或按10%作平行检验。

检验方法：尺量检查。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**15.9.21** 锚管所用钢管应符合设计要求和本规程第14.12节的规定。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：观察检查。

## Ⅲ 钢 筋 网

### 主 控 项 目

**15.9.22** 钢筋网所使用的钢筋的品种、规格、性能等应符合设计要求和国家现行标准的有关规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、尺量检查和检查质量证明文件及取样检测报告。

**15.9.23** 钢筋网的制作应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查；监理单位按20%的比例随机抽样检查。

检验方法：观察检查和尺量检查。

### 一 般 项 目

**15.9.24** 钢筋网加工允许偏差应符合本规程第14.12节的规定。

检验数量：施工单位每进场1次，随机抽样5片；监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：尺量检查。

**15.9.25** 钢筋网应与检查室、隧道断面形状相适应，并应与钢架等联结牢固。

检验数量：施工单位每循环检验一次，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%平行检验。

检验方法：观察检查。

**15.9.26** 钢筋网铺设应符合本规程第14.12节的规定。

检验数量：施工单位应每循环检验1次，监理单位按施工单

住房城乡建设部信息公开浏览专用

位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：观察检查或检查施工记录。

**15.9.27** 钢筋的选用应符合设计规定，其加工应符合本规程第14.12节的规定。

检验数量：施工单位每批检验1次，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：观察检查。

## Ⅳ 钢 架

### 主控项目

**15.9.28** 钢架所使用的型钢材料进场检验应按批抽取试件进行屈服强度、抗拉强度、伸长率力学性能和冷弯工艺性能试验，其质量应符合设计要求和现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700的有关规定。

检验数量：以同牌号、同炉罐号、同规格、同交货状态的型钢，每60t为一批，不足60t按一批计。施工单位每批抽检1次；监理单位见证取样检测或平行检验，抽检次数为施工单位抽检次数的30%或10%，但不得少1次。

检验方法：施工单位检查每批质量证明文件并进行相关性能试验；监理单位检查全部质量证明文件和试验报告，并进行见证取样检测或平行检验。

**15.9.29** 制作钢架的钢材品种、级别、规格和数量应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查和尺量检查。

**15.9.30** 格栅钢架钢筋的弯制、连接和末端的弯钩及型钢钢架的弯制应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查；监理单位检查数量为施工单位检查数量的30%，且不得少于一榀。

检验方法：观察检查和尺量检查。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

**15.9.31** 钢架安装位置、接头连接质量、纵向拉杆的设置、与围岩间的间隙应符合设计要求；钢架安装不得侵入二次衬砌断面，拱脚和墙脚底部不得有虚渣。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、测量、尺量。

一 般 项 目

**15.9.32** 钢筋、型钢、钢板等原材料应平直，无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：观察检查。

**15.9.33** 钢架的落底接长和钢架间的连接应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：观察检查。

**15.9.34** 钢架安装允许偏差允许偏差应符合本规程第14.12节的要求。

检验数量：施工单位每榀钢架检查1次，监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验或10%作平行检验。

检验方法：观察检查和尺量检查。

## V 初期支护背后注浆

主 控 项 目

**15.9.35** 注浆所用原材料应符合设计要求。

检验数量：施工单位每注浆段检查1次，监理单位按30%比例抽查。

检验方法：检查质量证明文件、进场验收记录和取样检测报告。

**15.9.36** 浆液配合比应符合设计要求。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

检验数量：施工单位每注浆段检查 1 次，监理单位按 30％比例抽查。

检验方法：施工单位进行配合比选定试验；监理单位检查试验报告、见证试验。

**15.9.37** 隧道初支背后注浆应回填密实。

检验数量：施工单位每 20m 检查 1 次，监理单位按 30％比例作见证检验。

检验方法：施工单位可采用分析注浆过程记录、无损检测、钻孔取芯、压水（空气）等检测验证注浆回填密实情况，每个断面从拱顶沿两侧不得少于 5 个点，监理单位进行见证检测。

一 般 项 目

**15.9.38** 注浆压力、注浆量应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按 20％比例抽查。

检验方法：现场观察和分析施工过程注浆记录。

**15.9.39** 注浆孔的数量、布置、间距、孔深应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按 20％比例抽查。

检验方法：观察检查和尺量检查。

**15.9.40** 注浆范围应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按 20％比例抽查。

检验方法：观察检查。

**15.9.41** 注浆应在初期支护混凝土强度达到设计强度后进行。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按 20％比例抽查。

检验方法：检查混凝土的龄期。

## 15.10 净空测量及贯通测量

主 控 项 目

**15.10.1** 检查室、隧道初期支护净空应满足设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检验。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

检验方法：全站仪或钢尺测量。

**15.10.2** 铺设防水层和施作二次衬砌之前，应进行初期支护净空测量，并应填写初期支护净空测量记录。

检验数量：施工单位全数检验，监理单位按施工单位检验数的30%作见证检验。

检验方法：全站仪或钢尺测量；检查测量记录。

**15.10.3** 二次衬砌施作完成后，应进行检查室、隧道净空测量，并应填写隧道净空测量记录。

检验数量：施工单位全数检验，监理单位按施工单位检验数的30%作见证检验。

检验方法：全站仪或钢尺测量；检查测量记录。

一 般 项 目

**15.10.4** 隧道初期支护净空（拱部、边墙线路中心左、右侧宽度，仰拱线路中心左、右侧测点自轨面线下的竖向尺寸，拱顶标高）的允许偏差应为±20mm。

检验数量：施工单位全数检验，监理单位按施工单位检验数的30%作见证检验或按10%作平行检验。

检验方法：拱部、边墙用全站仪或钢尺从中线向两侧测量横向尺寸，自拱顶从中线向两侧应每0.5m检验1个点（包含拱顶及仰拱中心两点）。

**15.10.5** 检查室初期支护净空允许偏差应为±15mm。

检验数量：施工单位全数检验，监理单位按施工单位检验数的30%作见证检验或按10%作平行检验。

检验方法：用全站仪、水准仪和钢尺测量。

## 15.11 结 构 防 水

主 控 项 目

**15.11.1** 防水层所用塑料板及配套材料应符合设计及规范要求。



住房城乡建设部信息公开 浏览专用

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样试验报告。

**15.11.2** 塑料板的搭接缝施工应符合本规程第14.13节的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：双焊缝间空腔内充气检查。

一般项目

**15.11.3** 塑料板防水层的基面处理应符合本规程第14.13节的规定。

检验数量：施工单位、监理单位在隐蔽前全数检查。

检验方法：观察和尺量检查。

**15.11.4** 塑料防水板的铺设应符合本规程第14.13节的规定。

检验数量：施工单位、监理单位在防水板隐蔽前全数检查。

检验方法：观察检查。

**15.11.5** 塑料防水板搭接宽度的允许偏差应符合本规程第14.13.5条的规定。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按搭接缝数量的10%抽查，但不得少于3条。

检验方法：尺量检查。

**15.11.6** 保护层的设置应符合设计要求和本规程第14.13节的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

## 15.12 二次衬砌

**15.12.1** 在浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，并应包括下列内容：

**1** 纵向受力钢筋的品种、规格、数量、位置等；

**2** 钢筋连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分



住房城乡建设部信息公开 浏览专用

率等；

**3** 箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等；

**4** 预埋件的规格、数量、位置等。

**15.12.2** 结构构件的混凝土强度浇筑应符合下列规定：

**1** 结构构件的混凝土强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定分批检验评定；

**2** 对采用蒸汽法养护的混凝土结构构件，其混凝土试件应先随同结构构件同条件蒸汽养护，再转入标准条件养护共 28d；

**3** 当混凝土中掺用矿物掺合料时，确定混凝土强度时的龄期可按现行国家标准《粉煤灰混凝土应用技术规范》GBJ 146 的有关规定取值。

**15.12.3** 检验评定混凝土强度用的混凝土试件尺寸及强度的尺寸换算系数应符合表 15.12.3 的规定。标准成型方法、标准养护条件及强度试验方法应符合普通混凝土力学性能试验方法标准的规定。

**表 15.12.3 混凝土试件尺寸及强度的尺寸换算系数**

| 骨料最大粒径（mm） | 试件尺寸（mm） | 强度的尺寸换算系数 |
|---|---|---|
| ≤31.5 | 100×100×100 | 0.95 |
| ≤40.0 | 150×150×150 | 1.00 |
| ≤63.0 | 200×200×200 | 1.05 |

注：对强度等级为 C60 及以上的混凝土试件，其强度的尺寸换算系数可通过试验确定。

**15.12.4** 结构构件拆除模板的时间应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。结构构件出池、出厂、吊装、张拉、放张及施工期间临时负荷时的混凝土强度，应根据同条件养护的标准尺寸试件的混凝土强度确定。

**15.12.5** 当混凝土试件强度评定不合格时，可采用非破损或局部破损的检测方法，按国家现行标准的有关规定对结构构件中的混凝土强度进行推定，并应作为处理的依据。

住房城乡建设部信息公开 试读专用

## Ⅰ 模板和支架

### 主 控 项 目

**15.12.6** 在浇筑混凝土之前应对模板工程进行验收。模板支架的安装、拆除、隔离剂的涂刷应符合本规程第14.14节的规定。

检验数量：施工单位、监理应单位全数检查。

检验方法：对照设计文件和施工技术方案观察检查。

**15.12.7** 底模及其支架拆除时的混凝土强度应符合设计要求；后浇带模板的拆除和支顶应按施工技术方案执行。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

### 一 般 项 目

**15.12.8** 模板安装应符合本规程第14.14.6条的规定。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的10%进行抽查。

检验方法：观察检查。

**15.12.9** 用作模板的地坪、胎模等表面质量应符合本规程第14.14节的规定。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的10%进行抽查。

检验方法：观察检查。

**15.12.10** 对跨度不小于4m的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱，当设计无具体要求时，起拱高度宜为跨度的1/1000～3/1000。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数量的10%进行抽查，且不得少于1个施工段。

检验方法：水准仪或拉线、钢尺检查。

**15.12.11** 固定在模板上的预埋件、预留孔洞的允许偏差应符合

住房城乡建设部信息公开浏览专用

本规程表 14.14.7 的规定。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数量的 10%进行抽查，且不得少于 1 个施工段。

检验方法：钢尺检查。

**15.12.12** 现浇结构模板安装允许偏差和检验方法应符合表 15.12.12 的规定。

**表 15.12.12 现浇结构模板安装允许偏差和检验方法**

| 项目 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|---|---|---|---|
| 轴线位置 | | ±5 | 钢尺检查 |
| 底模上表面标高 | | ±5 | 水准仪或拉线、钢尺检查 |
| 截面内部尺寸 | 基础 | ±10 | 钢尺检查 |
| | 柱、墙、梁 | −5～4 | 钢尺检查 |
| 层高垂直度 | ≤5m | 6 | 经纬仪或吊线、钢尺检查 |
| | >5m | 8 | 经纬仪或吊线、钢尺检查 |
| 相邻两板表面高低差 | | 2 | 钢尺检查 |
| 表面平整度 | | 5 | 2m 靠尺和塞尺检查 |
| 暗挖隧道 | 边墙脚 | ±10 | 钢尺检查 |
| | 起拱线 | ±5 | 钢尺检查 |
| | 拱顶 | 0～10 | 水准仪检查 |

注：检查轴线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

检验数量：施工单位全数检查；监理单位按施工单位检查数量的 10%进行抽查，且不少于 1 个施工段。

**15.12.13** 预制构件模板安装允许偏差和检验方法应符合表 15.12.13 的规定。

检验数量：施工单位首次使用及大修后的模板全数检查；使



住房城乡建设部信息公开 浏览专用

用中的模板定期检查，并根据使用情况不定期抽查，监理单位按施工单位检查数的10%进行抽查。

**表15.12.13　预制构件模板安装允许偏差和检验方法**

| 项　　目 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|---|---|---|---|
| 长度 | 板、梁 | ±5 | 钢尺量两角边，取其中较大值 |
| | 薄腹梁、桁架 | ±10 | |
| | 柱 | −10～0 | |
| | 墙板 | −5～0 | |
| 宽度 | 板、墙板 | −5～0 | 钢尺量一端及中部，取其中较大值 |
| | 梁、薄腹梁、桁架、柱 | −5～2 | |
| 高（厚）度 | 板 | −3～2 | 钢尺量一端及中部，取其中较大值 |
| | 墙板 | −5～0 | |
| | 梁、薄腹梁、桁架、柱 | −5～2 | |
| 侧向弯曲 | 板、梁、柱 | $l$/1000且≤15 | 拉线，钢尺量最大弯曲处 |
| | 墙板、薄腹梁、桁架 | $l$/1500且≤15 | |
| 板的表面平整度 | | 3 | 2m靠尺和塞尺检查 |
| 相邻两板表面高低差 | | 1 | 钢尺检查 |
| 对角线差 | 板 | 7 | 钢尺量两个对角线 |
| | 墙板 | 5 | |
| 翘曲 | 板、墙板 | $l$/1500 | 调平尺在两端量测 |
| 设计起拱 | 薄腹梁、桁架、梁 | ±3 | 拉线、钢尺量跨中 |

注：$l$为构件长度（mm）。

**15.12.14**　侧模拆除时的混凝土强度应能保证其表面及棱角不受损伤。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的10%进行抽查。

住房城乡建设部信息公开
测试专用

检验方法：观察检查。

## Ⅱ 钢　筋

### 主 控 项 目

**15.12.15** 钢筋进场时，应按现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1和《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2的有关规定抽取试件作力学性能检验，其质量应符合设计要求。

检验数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复检报告。

**15.12.16** 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查化学成分等专项检验报告。

**15.12.17** 受力钢筋的弯钩和弯折应符合下列规定：

**1** HPB300级钢筋末端应作180°弯钩，其弯弧内直径不应小于钢筋直径的2.5倍，弯钩的弯后平直部分长度不应小于钢筋直径的3倍；

**2** 当设计要求钢筋末端需作135°弯钩时，HRB335级、HRB400级钢筋的弯弧内直径不应小于钢筋直径的4倍，弯钩的弯后平直部分长度应符合设计要求；

**3** 钢筋弯折不大于90°的时，弯折处的弯弧内直径不应小于钢筋直径的5倍。

检验数量：施工单位、监理单位按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于3件。

检验方法：钢尺检查。

**15.12.18** 除焊接封闭环式箍筋外，箍筋的末端应作弯钩，弯钩形式应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开 测试专用

**1** 箍筋弯钩的弯弧内直径除满足本规程第 15.12.17 条的规定外，尚不应小于受力钢筋直径；

**2** 对一般结构，箍筋弯钩的弯折角度不应小于 90°，对有抗震等要求的结构，箍筋弯钩的弯折角度应为 135°；

**3** 对一般结构，箍筋弯后平直部分长度不宜小于箍筋直径的 5 倍；对有抗震等要求的结构，箍筋弯后平直部分长度不应小于箍筋直径的 10 倍。

检验数量：施工单位、监理单位按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于 3 件。

检验方法：钢尺检查。

**15.12.19** 纵向受力钢筋的连接方式应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

**15.12.20** 钢筋机械连接接头、焊接接头的力学性能检验应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

检验数量：全数检查。

现场检验方法：观察检查。

试验室检验方法：力学性能试验。

**15.12.21** 钢筋安装时，受力钢筋的品种、级别、规格和数量应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、钢尺检查。

一 般 项 目

**15.12.22** 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检验数量：进场时和使用前施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的 10%进行抽查。

检验方法：观察检查。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**15.12.23** 当采用冷拉方法调直钢筋时，HPB300级钢筋的冷拉率不宜大于4%，HRB335级、HRB400级和RRB400级钢筋的冷拉率不宜大于1%。

检验数量：施工单位、监理单位按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于3件。

检验方法：观察、钢尺检查。

**15.12.24** 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其允许偏差应符合本规程表14.14.1的规定。

检验数量：施工单位、监理单位按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于3件。

检验方法：钢尺检查。

**15.12.25** 钢筋的接头宜设置在受力较小处。同一纵向钢筋不宜设置两个或两个以上接头。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的10倍。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的10%进行抽查。

检验方法：观察、钢尺检查。

**15.12.26** 受力钢筋采用机械连接接头或焊接接头应符合下列规定：

**1** 设置在同一构件内的接头宜相互错开；

**2** 纵向受力钢筋机械连接接头及焊接接头连接区段的长度应为35倍纵向受力钢筋的较大直径，且不得小于500mm；

**3** 凡接头中点位于该连接区段长度内的接头均属于同一连接区段。同一连接区段内，纵向受力钢筋机械连接接头及焊接接头面积百分率为该区段内有接头的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面面积的比值；

**4** 同一连接区段内，纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合设计要求，当设计无要求时应符合下列规定：

1）在受拉区，纵向受力钢筋的接头面积百分率不宜大于50%；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

2）接头不宜设置在有抗震设防要求的框架梁端、柱端的箍筋加密区，当无法避开时，对等强度高质量机械连接接头，接头数量不应大于现有钢筋数量的50%；

3）直接承受动力荷载的结构构件中，不宜采用焊接接头，当采用机械连接接头时，接头数量不应大于现有钢筋数量的50%。

检验数量：施工单位全数检查；监理单位按施工单位检查数量的10%进行抽查，且不少于1个施工段。

检验方法：观察、钢尺检查。

**15.12.27** 同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接应符合下列规定：

**1** 钢筋的绑扎搭接接头宜相互错开；

**2** 绑扎搭接接头中钢筋的横向净距不应小于钢筋直径，且不应小于25mm；

**3** 钢筋绑扎搭接接头连接区段的长度应为1.3倍搭接长度；

**4** 凡搭接接头中点位于该连接区段长度内的搭接接头均属于同一连接区段。同一连接区段内，纵向受力钢筋搭接接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面面积的比值；

**5** 同一连接区段内，纵向受力钢筋搭接接头面积百分率应符合设计要求，当设计无要求时应符合下列规定：

1）对梁类、板类及墙类构件，纵向受力钢筋搭接接头面积百分率不宜大于25%；

2）对柱类构件，纵向受力钢筋搭接接头面积百分率不宜大于50%；

3）当需要增大接头面积百分率时，对梁类构件，不应大于50%；对其他构件，可根据实际情况放宽；

4）纵向受力钢筋绑扎搭接接头的最小搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

检验数量：施工单位全数检查；监理单位按施工单位检查数量的10%进行抽查，且不得少于1个施工段。

检验方法：观察、钢尺检查。

**15.12.28** 在梁、柱类构件的纵向受力钢筋搭接长度范围内，应按设计要求配置箍筋。当设计无具体要求时，应符合下列规定：

**1** 箍筋直径不应小于搭接钢筋较大直径的0.25倍；

**2** 受拉搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的5倍，且不应大于100mm；

**3** 受压搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的10倍，且不应大于200mm；

**4** 当柱中纵向受力钢筋直径大于25mm时，应在搭接接头两个端面外100mm范围内各设置两个箍筋，其间距宜为50mm。

检验数量：施工单位全数检查；监理单位按施工单位检查数量的10%进行抽查，且不少于1个施工段。

检验方法：钢尺检查。

**15.12.29** 钢筋安装位置允许偏差和检验方法应符合表15.12.29的规定。

检验数量：施工单位全数检查；监理单位按施工单位检查数量的10%进行抽查，且不少于1个施工段。

**表15.12.29 钢筋安装位置允许偏差和检验方法**

| 项目 | | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|---|---|---|---|---|
| 绑扎钢筋网 | 长、宽 | | ±10 | 钢尺检查 |
| | 网眼尺寸 | | ±20 | 钢尺量连续三档，取最大值 |
| 绑扎钢筋骨架 | 长 | | ±10 | 钢尺检查 |
| | 宽、高 | | ±5 | 钢尺检查 |
| 受力钢筋 | 间距 | | ±10 | 钢尺量两端、中间各一点，取最大值 |
| | 排距 | | ±5 | |
| | 保护层厚度 | 基础 | ±10 | 钢尺检查 |
| | | 柱、梁 | ±5 | 钢尺检查 |
| | | 板、墙、壳 | ±3 | 钢尺检查 |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表 15.12.29

| 项　　目 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|---|---|---|---|
| 绑扎箍筋、横向钢筋间距 | | ±20 | 钢尺量连续三档，取最大值 |
| 钢筋弯起点位置 | | 20 | 钢尺检查 |
| 预埋件 | 中心线位置 | 5 | 钢尺检查 |
| | 水平高差 | 0～3 | 钢尺和塞尺检查 |

注：1　检查预埋件中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并应取其中的较大值；

2　表中梁类、板类构件上部纵向受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到 90% 及以上，且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

## Ⅲ　混　凝　土

### 主　控　项　目

**15.12.30**　水泥进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验，其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。水泥出厂超过 3 个月，快硬硅酸盐水泥超过 1 个月时，应进行混凝土复验，并应按复验结果使用。钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构中，不得使用含氯化物的水泥。

检验数量：按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批，每批抽查不得少于 1 次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

**15.12.31**　混凝土中掺用外加剂的质量及应用技术应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定。预应力混凝土结构中不得使用含氯化物的外加剂。钢筋混凝土结构中，当使用含氯化物的外加剂时，混凝土中氯化物的总含量应符合现行国家标准《混凝土质量

住房城乡建设部信息公开浏览专用

控制标准》GB 50164 的有关规定。

检验数量：按同一生产厂家、同品种、同编号 60t 为一检验批，不足 60t 按一检验批计。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

**15.12.32** 混凝土中氯化物和碱的总含量应符合设计要求及现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

检验方法：施工单位、监理单位检查原材料试验报告和氯化物、碱的总含量计算书。

**15.12.33** 混凝土应按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定，根据混凝土强度等级、耐久性和工作性等要求进行配合比设计。对有特殊要求的混凝土，其配合比设计尚应符合国家现行标准的有关规定。

检验数量：施工单位对同强度等级、同性能混凝土进行一次混凝土配合比设计，监理单位全数检查。

检验方法：检查配合比设计资料。

**15.12.34** 结构混凝土的强度等级应符合设计要求。用于检查结构构件混凝土强度的试件，应在混凝土的浇筑地点随机抽取。取样与试件留置应符合下列规定：

**1** 每拌制 100 盘，且不超过 100m³ 的同配合比的混凝土，取样不得少于 1 次；

**2** 每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于 1 次；

**3** 当一次连续浇筑超过 1000m³ 时，同一配合比的混凝土每 200m³ 取样不得少于 1 次；

**4** 隧道每施工段、同一配合比的混凝土，取样不得少于 1 次；

**5** 每次取样应留置不少于一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位标准条件养护试件

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

见证取样检测或平行检验的次数为施工单位检验次数的30%或10%，但不得少于1次。对同条件养护试件全部见证检验。

检验方法：检查施工记录及试件强度试验报告。

**15.12.35** 对有抗渗要求的混凝土结构，其混凝土试件应在浇筑地点随机取样。同一工程、同一配合比的混凝土，取样不应少于1次，留置组数可根据实际需要确定。

检验数量：监理单位按施工单位检查数的30%作见证检验。

检验方法：检查试件抗渗试验报告。

**15.12.36** 混凝土原材料每盘称量的允许偏差应符合表15.12.36的规定。

检验数量：施工单位每工作班抽查不少于1次，监理单位按施工单位检查数的10%进行抽查。

检验方法：复称。

**表15.12.36 混凝土原材料每盘称量的允许偏差**

| 材料名称 | 允许偏差 |
| --- | --- |
| 水泥、掺合料 | ±2% |
| 粗、细骨料 | ±3% |
| 水、外加剂 | ±2% |

**15.12.37** 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。同一施工段的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的10%进行抽查。

检验方法：观察、检查施工记录。

一 般 项 目

**15.12.38** 混凝土中掺用矿物掺合料的质量应符合设计要求和现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596的有关规定。矿物掺合料的掺量应通过试验确定。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

检验数量：以连续供应相同等级的不超过 200t 为一检验批，施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查产品合格证和进场复验报告。

**15.12.39** 普通混凝土所用的粗、细骨料的质量应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定。混凝土所用粗骨料的最大颗粒粒径不得超过构件截面最小尺寸的 1/4，且不得超过钢筋最小净间距的 3/4。

检验数量：施工单位、监理单位按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查进场复验报告。

**15.12.40** 拌制混凝土用水水质应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

检验数量：施工单位、监理单位应同一水源检查不少于 1 次。

检验方法：检查水质试验报告。

**15.12.41** 首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定，其工作性应满足设计配合比的要求。开始生产时应至少留置 1 组标准养护试件作为验证配合比的依据。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查开盘鉴定资料和试件强度试验报告。

**15.12.42** 混凝土拌制前，应测定砂、石含水率，并应根据测试结果和理论配合比调整材料用量，提出施工配合比。

检验数量：施工单位每工作班检查 1 次，监理单位按施工单位检查数的 10%进行抽查。

检验方法：检查含水率测试结果和施工配合比通知单。

**15.12.43** 施工缝的位置应在混凝土浇筑前按设计要求和施工技术方案确定。施工缝的处理应按施工技术方案执行。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

**15.12.44** 混凝土浇筑完毕后，应按施工技术方案及时采取有效

住房城乡建设部信息公开浏览专用

的养护措施，并应符合下列规定：

**1** 在浇筑完毕后的12h以内，应对混凝土加以覆盖并保湿养护；

**2** 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，浇水养护的时间不得少于7d。掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，浇水养护的时间不得少于14d。采用其他品种水泥时，混凝土的养护时间应根据所采用水泥的技术性能确定；

**3** 浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态，当日平均气温低于5℃时，不得浇水。混凝土养护用水应与拌制用水相同；

**4** 采用塑料布覆盖养护的混凝土，其敞露的全部表面应覆盖严密，并应保持塑料布内有凝结水；

**5** 当混凝土表面不便浇水或使用塑料布时，宜涂刷养护剂；

**6** 对大体积混凝土的养护，应根据气候条件按施工技术方案采取控温措施；

**7** 混凝土强度达到1.2MPa前，不得在其上踩踏或安装模板及支架等。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

**15.12.45** 混凝土施工质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

## Ⅳ 二次衬砌背后充填注浆

### 主 控 项 目

**15.12.46** 浆液配合比应符合设计要求。

检验数量：施工单位每次注浆均检查，监理单位按施工单位检查数的30%抽查。

检验方法：施工单位进行配合比选定试验；监理单位应检查试验报告、见证试验。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**15.12.47** 二次衬砌背后注浆应保证回填密实。

检验数量：施工单位每注浆段检查1次，监理单位按施工单位检查数的30%抽查。

检验方法：施工单位可采用分析注浆过程记录、无损检测、钻孔取芯、压水（空气）等检测验证注浆回填密实情况，每断面应从拱顶沿两侧取不少于5点；监理单位应进行见证检验。

一 般 项 目

**15.12.48** 注浆压力、注浆量应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的30%抽查。

检验方法：现场观察统计和检查注浆记录。

**15.12.49** 注浆孔的数量、布置、间距、孔深应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的30%抽查。

检验方法：现场观察、尺量。

**15.12.50** 注浆范围应符合设计要求。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的30%抽查。

检验方法：观察检查。

**15.12.51** 注浆应在二次衬砌混凝土强度达到设计强度的70%后进行。

检验数量：施工单位全数检查，监理单位按施工单位检查数的30%抽查。

检验方法：根据混凝土的龄期计算确定。

Ⅴ 施工缝、变形缝、后浇带

主 控 项 目

**15.12.52** 施工缝、变形缝、后浇带的形式、位置、尺寸及所使



住房城乡建设部信息公开 浏览专用

用的原材料应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查产品合格证、试验报告和观察。

**15.12.53** 后浇带的留置位置应在混凝土浇筑前按设计要求及施工技术方案确定，其混凝土浇筑应按施工技术方案执行。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、尺量和检查施工记录。

**15.12.54** 施工缝、变形缝、后浇带的防水构造应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察、检查隐蔽工程验收记录。

一般项目

**15.12.55** 变形缝填塞前，缝内应清扫干净、保持干燥，不得有杂物和积水。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

**15.12.56** 施工缝、变形缝应缝宽均匀，变形缝应缝身竖直、环向贯通、填塞密实、表面光洁。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

**15.12.57** 后浇带的接头钢筋的连接应符合设计要求和国家现行标准的有关规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

**15.12.58** 后浇带混凝土浇筑前，应将后浇带内清扫干净、保持干燥，不得有杂物和积水。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察检查。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

## 15.13 支架及护墩

主 控 项 目

**15.13.1** 支架及护墩所用材料应符合设计要求和国家现行标准的有关规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样试验报告。

**15.13.2** 支架的加工精度应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：测量检查。

**15.13.3** 支架的焊接工艺和焊接质量应符合设计要求和国家现行标准的有关规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：规范规定的手段和方法。

**15.13.4** 支架的嵌固方式及嵌固深度应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察及尺量检查。

**15.13.5** 护墩的施工工艺和尺寸应符合设计要求，不得砌筑。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察及尺量检查。

一 般 项 目

**15.13.6** 支架安装的施工质量应符合本规程表 14.15.2 的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：尺量检查。

**15.13.7** 滑动支架与支座之间不应有间隙，滑动面应洁净平整。

检验数量：施工单位、监理单位全数检查。

检验方法：观察及尺量检查。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**15.13.8** 钢结构支架施工质量检验还应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

## 15.14 单位工程观感质量评定

**15.14.1** 混凝土观感质量应符合下列规定：

**1** 拱部、边墙、隧底表面色泽应均匀，曲线应圆顺，整体轮廓应清晰；

**2** 混凝土接茬处不应错台；

**3** 混凝土不应有跑模、较大面积的蜂窝麻面现象，局部蜂窝麻面应已修补；

**4** 混凝土不应有表面延伸至内部的、影响结构安全和使用功能的裂缝；

**5** 洞内沟槽线条应顺直，沟槽盖板应无破损，且安装牢固；

**6** 施工缝、变形缝缝身应竖直，变形缝缝宽应均匀、填塞密实，不得漏水。

**15.14.2** 防水观感质量应符合下列规定：

**1** 防水效果应符合设计及规范要求；

**2** 排水沟流水坡面应平顺，流淌应畅通，不得积淤堵塞；

**3** 穿墙管件不得渗漏。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 附录A　围岩分级

**A.0.1**　岩体完整程度的定量指标岩体完整性系数 $K_v$ 和岩体体积节理数 $J_v$ 值的测试和计算方法应符合下列规定：

**1**　岩体完整性指标应针对不同的工程地质岩组或岩性段，选择有代表性的点、段测试岩体弹性纵波速度，并应在同一岩体取样测定岩石纵波速度。岩体完整性系数可按下式计算：

$$K_v = (v_{pm}/v_{pr})^2 \qquad (A.0.1\text{-}1)$$

式中：$v_{pm}$——岩体弹性纵波速度（km/s）；

$v_{pr}$——岩石弹性纵波速度（km/s）。

**2**　岩体体积节理数应针对不同的工程地质岩组或岩性段，选择有代表性的露头或开挖壁面进行节理（结构面）统计。除成组节理外，对延伸长度大于1m的分散节理亦应予以统计。已为硅质、铁质、钙质充填再胶结的节理可不予统计。

每一测点的统计面积不应小于2m×5m。岩体体积节理数应根据节理统计结果按下式计算：

$$J_v = S_1 + S_2 + \cdots\cdots + S_n + S_k \qquad (A.0.1\text{-}2)$$

式中：$J_v$——岩体体积节理数（条/ $m^3$）；

$S_n$——第 $n$ 组节理每米长测线上的条数；

$S_k$——每立方米岩体非成组节理条数（条/ $m^3$）。

**A.0.2**　岩体基本质量影响因素的修正系数 $K_1$、$K_2$、$K_3$ 的取值可分别按表A.0.2-1、表A.0.2-2和表A.0.2-3确定。无表中所示情况时，修正系数取零。

**A.0.3**　根据岩体（围岩）钻探和开挖过程中出现的主要现象，围岩极高或高初始应力状态的评估可按表A.0.3确定。

住房城乡建设部信息公开
测试专用

**表 A.0.2-1　地下水影响修正系数**

| 地下水出水状态 | 地下水影响修正系数 $K_1$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $BQ>450$ | $450\geqslant BQ>350$ | $350\geqslant BQ\geqslant250$ | $BQ<250$ |
| 潮湿或点滴状出水 | 0 | 0.1 | 0.2～0.3 | 0.4～0.6 |
| 淋雨状或涌流状出水，水压≤0.1MPa 或单位出水量≤10L/（min·m） | 0.1 | 0.2～0.3 | 0.4～0.6 | 0.7～0.9 |
| 淋雨状或涌流状出水，水压＞0.1MPa 或单位出水量＞10L/（min·m） | 0.2 | 0.4～0.6 | 0.7～0.9 | 1.0 |

**表 A.0.2-2　主要软弱结构面产状影响修正系数**

| 结构面产状及其与洞轴线的组合关系 | 结构面走向与洞轴线夹角＜30°，结构面倾角 30°～75° | 结构面走向与洞轴线夹角＞60°，结构面倾角＞75° | 其他组合 |
|---|---|---|---|
| 主要软弱结构面产状影响修正系数 $K_2$ | 0.4～0.6 | 0～0.2 | 0.2～0.4 |

**表 A.0.2-3　初始应力状态影响修正系数**

| 初始应力状态 | 初始应力状态影响修正系数 $K_3$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $BQ>550$ | $550\geqslant BQ>450$ | $450\geqslant BQ>350$ | $350\geqslant BQ\geqslant250$ | $BQ<250$ |
| 极高应力区 | 1.0 | 1.0 | 1.0～1.5 | 1.0～1.5 | 1.0 |
| 高应力区 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5～1.0 | 0.5～1.0 |

**表 A.0.3　围岩极高或高初始应力状态的评估**

| 应力情况 | 主要现象 | 应力比 $R_c/\sigma_{max}$ |
|---|---|---|
| 极高应力 | 1　硬质岩：开挖过程中时有岩爆发生，有岩块弹出，洞壁岩体发生剥离，新生裂缝多，成洞性差；<br>2　软质岩：岩芯常有饼化现象，开挖过程中洞壁岩体有剥离，位移极为显著，甚至发生大位移，持续时间长，不易成洞 | ＜4 |

住房城乡建设部信息公开 测试专用

续表 A.0.3

| 应力情况 | 主要现象 | 应力比 $R_c/\sigma_{max}$ |
|---|---|---|
| 高应力 | 1　硬质岩：开挖过程中可能出现岩爆，洞壁岩体有剥离和掉块现象，新生裂缝较多，成洞性差；<br>2　软质岩：岩芯时有饼化现象，开挖过程中洞壁岩体位移显著，持续时间较长，成洞性差 | 4～7 |

注：$\sigma_{max}$为垂直洞轴线方向的最大初始应力。

**A.0.4**　隧道各级围岩自稳能力可按表 A.0.4 进行判断。

**表 A.0.4　隧道各级围岩自稳能力**

| 围岩级别 | 自　稳　能　力 |
|---|---|
| Ⅰ | 跨度 20m，可长期稳定，偶有掉块，无塌方 |
| Ⅱ | 跨度 10～20m，可基本稳定，局部可发生掉块或小塌方；<br>跨度 10m，可长期稳定，偶有掉块 |
| Ⅲ | 跨度 10～20m，可稳定数日～1 个月，可发生小～中塌方；<br>跨度 5～10m，可稳定数月，可发生局部块体位移及小～中塌方；<br>跨度 5m，可基本稳定 |
| Ⅳ | 跨度 5m，一般无自稳能力，数日～数月内可发生松动变形、小塌方，进而发展为中～大塌方。埋深小时，以拱部松动破坏为主，埋深大时，有明显塑性流动变形和挤压破坏；<br>跨度小于 5m，可稳定数日～1 个月 |
| Ⅴ | 无自稳能力，跨度 5m 或更小时，可稳定数日 |
| Ⅵ | 无自稳能力 |

注：1　小塌方：塌方高度＜3m，或塌方体积＜30m³；

2　中塌方：塌方高度 3m～6m，或塌方体积 30m³～100m³；

3　大塌方：塌方高度＞6m，或塌方体积＞100m³。

住房和城乡建设部信息公开浏览专用

# 附录 B　其他作用的计算方法

**B. 0. 1**　结构附加荷载应符合下列规定：

**1**　结构上部和受影响范围内的设施及建筑物和构筑物对结构产生的压力应为结构附加恒荷载。

**2**　边长为 $a_l$、$b_l$的矩形面积均布荷载作用时，矩形角点 $M$ 下深度为 $z_s$的 $N$ 点（图 B. 0. 1-a）的附加应力 $\sigma_z$可按下列公式计算：

$$\sigma_z = k \times p \tag{B. 0. 1-1}$$

$$k = f\left(\frac{a_l}{b_l}, \frac{2z_s}{b_l}\right) \tag{B. 0. 1-2}$$

式中：$\sigma_z$——附加应力（kN /m$^2$）；

$k$——矩形面积均布荷载角点下的应力系数，按表 B. 0. 1 的规定取值；

$p$——均布荷载值（kN /m$^2$）；

$a_l$、$b_l$——面积荷载的长和宽（m）；

$z_s$——待求点深度（m）。

**3**　矩形面积荷载中心点 $M$ 下深度为 $z_s$的 $N$ 点的附加应力计算时（图 B. 0. 1-b），可将矩形面积分成四等分，先由表 B. 0. 1 查找 1/4 面积角点下的应力系数，则中心点下附加应力 $\sigma_z$可按下列公式计算：

$$\sigma_z = 4f\left(\frac{0.5a_l}{0.5b_l}, \frac{2z_s}{0.5b_l}\right)p \tag{B. 0. 1-3}$$

$$k = f\left(\frac{0.5a_l}{0.5b_l}, \frac{2z_s}{0.5b_l}\right) \tag{B. 0. 1-4}$$

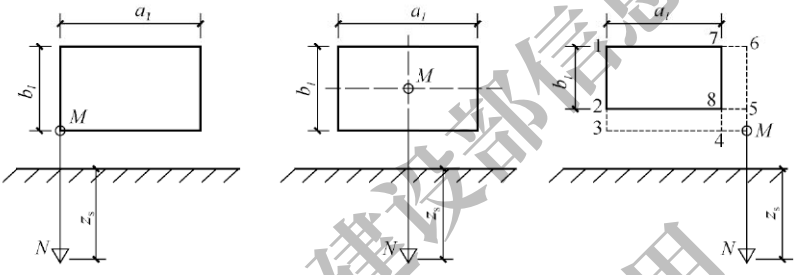
**4**　矩形（图 B. 0. 1-c）面积荷载外任意点 $M$ 下深度为 $z_s$的 $N$ 点的附加应力计算时，可按图上虚线过 $M$ 点分成若干面积，

住房城乡建设部信息公开浏览专用

则 $M$ 点下的 $\sigma_z$ 可由几个矩形面积角点下的 $\sigma_z$ 相叠加而成，按下式计算：

$$\sigma_z = (k_{13M6} - k_{23M5} - k_{74M6} + k_{84M5})p \qquad (B.0.1\text{-}5)$$

式中：$k$ 的脚标表示所代表的面积，如：$k_{13M6}$ 表示矩形面积 13M6 的角点应力系数，按每个面积的长边和短边比及深度和短边之比，由表 B.0.1 中查得。




(a) 角点下应力　　(b) 中点下应力　　(c) 任一点下应力

图 B.0.1　矩形均布荷载角点下和任一点下的应力图

**B.0.2**　结构自重标准值可按结构构件的设计尺寸与材料单位体积的自重计算确定。

**B.0.3**　地基下沉应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定计算确定。

**B.0.4**　热力管道及设备自重标准值应符合下列规定：

**1**　热力管道及设备自重标准值，应为管材、保温层、管内介质及管道附件自重标准值之和；

**2**　蒸汽管道的管内介质自重标准值，在管道运行阶段，应根据管道运行工况和疏水设备布置情况进行分析，当可能有冷凝水积存时，应考虑管道内的冷凝水积存量；在管道试压阶段，应按管道充满水计算；

**3**　对蒸汽管网紧邻管道阀门及弯头的管道支架，在管道运行阶段，作用在结构上的管道自重标准值应按动态作用考虑，动力系数可按 1.5 取值。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 B.0.1　矩形均布荷载角点下的应力系数

| $z_s/b_l$ \ $a_l/b_l$ | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 | 10.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 |
| 0.2 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 | 0.249 |
| 0.4 | 0.240 | 0.242 | 0.243 | 0.243 | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 |
| 0.6 | 0.223 | 0.228 | 0.230 | 0.232 | 0.232 | 0.233 | 0.233 | 0.234 | 0.234 | 0.234 | 0.234 | 0.234 | 0.234 | 0.234 | 0.234 |
| 0.8 | 0.200 | 0.208 | 0.212 | 0.215 | 0.217 | 0.218 | 0.218 | 0.219 | 0.219 | 0.310 | 0.220 | 0.220 | 0.220 | 0.220 | 0.220 |
| 1.0 | 0.175 | 0.185 | 0.191 | 0.196 | 0.198 | 0.200 | 0.201 | 0.202 | 0.203 | 0.203 | 0.203 | 0.204 | 0.205 | 0.205 | 0.205 |
| 1.2 | 0.152 | 0.163 | 0.171 | 0.176 | 0.179 | 0.182 | 0.184 | 0.185 | 0.186 | 0.187 | 0.187 | 0.188 | 0.189 | 0.189 | 0.189 |
| 1.4 | 0.131 | 0.142 | 0.151 | 0.157 | 0.161 | 0.164 | 0.167 | 0.169 | 0.170 | 0.171 | 0.171 | 0.173 | 0.174 | 0.174 | 0.174 |
| 1.6 | 0.112 | 0.124 | 0.133 | 0.140 | 0.145 | 0.148 | 0.151 | 0.153 | 0.155 | 0.156 | 0.157 | 0.159 | 0.160 | 0.160 | 0.160 |
| 1.8 | 0.097 | 0.108 | 0.117 | 0.124 | 0.129 | 0.133 | 0.137 | 0.139 | 0.141 | 0.142 | 0.143 | 0.146 | 0.148 | 0.148 | 0.148 |
| 2.0 | 0.084 | 0.095 | 0.103 | 0.110 | 0.116 | 0.120 | 0.124 | 0.126 | 0.128 | 0.130 | 0.131 | 0.135 | 0.137 | 0.137 | 0.137 |
| 2.4 | 0.064 | 0.073 | 0.081 | 0.088 | 0.093 | 0.098 | 0.102 | 0.105 | 0.107 | 0.109 | 0.111 | 0.116 | 0.118 | 0.119 | 0.119 |
| 2.8 | 0.050 | 0.058 | 0.065 | 0.071 | 0.076 | 0.081 | 0.084 | 0.088 | 0.090 | 0.092 | 0.094 | 0.100 | 0.104 | 0.105 | 0.105 |
| 3.2 | 0.040 | 0.047 | 0.053 | 0.058 | 0.063 | 0.067 | 0.070 | 0.074 | 0.076 | 0.079 | 0.081 | 0.087 | 0.092 | 0.093 | 0.093 |
| 3.6 | 0.033 | 0.038 | 0.043 | 0.048 | 0.052 | 0.056 | 0.059 | 0.062 | 0.065 | 0.067 | 0.069 | 0.076 | 0.082 | 0.083 | 0.084 |
| 4.0 | 0.027 | 0.032 | 0.036 | 0.040 | 0.044 | 0.047 | 0.051 | 0.054 | 0.056 | 0.059 | 0.060 | 0.067 | 0.073 | 0.075 | 0.076 |
| 5.0 | 0.018 | 0.021 | 0.024 | 0.027 | 0.030 | 0.033 | 0.036 | 0.038 | 0.040 | 0.042 | 0.044 | 0.050 | 0.057 | 0.060 | 0.061 |
| 6.0 | 0.013 | 0.015 | 0.017 | 0.020 | 0.022 | 0.024 | 0.026 | 0.028 | 0.029 | 0.031 | 0.033 | 0.039 | 0.046 | 0.049 | 0.051 |
| 7.0 | 0.009 | 0.011 | 0.013 | 0.015 | 0.016 | 0.018 | 0.020 | 0.021 | 0.022 | 0.024 | 0.025 | 0.031 | 0.038 | 0.041 | 0.043 |
| 8.0 | 0.007 | 0.009 | 0.010 | 0.011 | 0.013 | 0.014 | 0.015 | 0.017 | 0.018 | 0.019 | 0.020 | 0.025 | 0.031 | 0.035 | 0.037 |
| 9.0 | 0.006 | 0.007 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.011 | 0.012 | 0.013 | 0.014 | 0.015 | 0.016 | 0.020 | 0.026 | 0.030 | 0.032 |
| 10.0 | 0.005 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.009 | 0.100 | 0.011 | 0.012 | 0.013 | 0.013 | 0.017 | 0.022 | 0.026 | 0.028 |

注：$b_l$为矩形的短边。

**B. 0. 5** 混凝土结构隧道及检查室，应考虑在管道运行阶段结构内外壁面温差对结构的作用。壁面温差作用标准值可按现行行业标准《城镇供热管网结构设计规范》CJJ 105 的有关规定计算确定，温度影响作用的准永久值系数可按 1.0 取值。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 附录C　检查室及隧道承受水平作用时结构抗滑移稳定验算方法

**C.0.1**　进行结构承受水平作用的抗滑移稳定验算时抗力应计入由管道及设备自重，结构自重，结构上的竖向土压力形成的摩阻力，尚应计入侧向土压力形成的摩阻力；对于岩石地基，当采取可靠的嵌固措施时，尚应计入岩石对结构的嵌固作用。

**C.0.2**　检查室结构承受管道水平作用时的抗滑移稳定可按下式验算（图C.0.2）：

$$\sqrt{(K_s \times F_{xk} - 2\mu_1 \times E_{ay,k})^2 + (K_s \times F_{yk} - 2\mu_1 \times E_{ax,k})^2} \leqslant G_{1k} \times \mu_2 + (G_{1k} + G_{2k})\mu_3 \qquad (C.0.2)$$

当 $K_s \times F_{xk} - 2\mu_1 \times E_{ay,k} < 0$ 时，取 $K_s \times F_{xk} - 2\mu_1 \times E_{ay,k} = 0$；

当 $K_s \times F_{yk} - 2\mu_1 \times E_{ax,k} < 0$ 时，取 $K_s \times F_{yk} - 2\mu_1 \times E_{ax,k} = 0$。

式中：$G_{1k}$——检查室结构上部覆土重标准值（kN），位于地下水位以下部分应扣除浮托力；

$G_{2k}$——检查室结构自重与管道及设备自重标准值之和（kN），位于地下水位以下部分应扣除浮托力；

$F_{xk}$、$F_{yk}$——沿检查室结构 $x$ 轴、$y$ 轴方向的管道水平作用标准值（kN）；

$E_{ax,k}$、$E_{ay,k}$——作用在与检查室结构 $x$ 轴、$y$ 轴垂直的侧墙上的主动土压力标准值（kN），应按本规程第6.0.3条的规定计算确定；

$K_s$——结构设计稳定性抗力系数；

$\mu_1$、$\mu_2$、$\mu_3$——土对结构侧面、顶面、底面的摩擦系数，其中土对混凝土结构表面的摩擦系数可按表C.0.2选取。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 C.0.2　土对混凝土结构表面的摩擦系数

| 土的类别 | | 摩擦系数 |
|---|---|---|
| 黏性土 | 可塑 | 0.25～0.30 |
| | 硬塑 | 0.30～0.35 |
| | 坚硬 | 0.35～0.45 |
| 粉土 | | 0.30～0.40 |
| 中砂，粗砂，砾砂 | | 0.40～0.50 |
| 碎石土 | | 0.40～0.60 |
| 软质岩 | | 0.40～0.60 |
| 表面粗糙的硬质岩 | | 0.65～0.75 |

**C.0.3**　隧道结构承受管道水平作用时的抗滑移稳定可按下式验算：

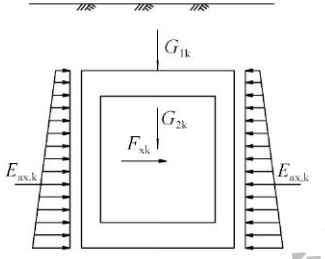
$$\sqrt{(K_s \times F_{xk})^2 + (K_s \times F_{yk})^2} \leqslant G_{1s} \times l_s \times \mu_2 + (G_{1s} + G_{2s}) l_s \times \mu_3 \quad (C.0.3)$$

式中：$G_{1s}$——每延米隧道结构上部 $h_t$ 厚覆土重标准值（kN/m），位于地下水位以下部分应扣除浮托力。当 $H > h_a$ 时，取 $h_t$ 为 $h_a$ 与（1.0～1.5）$B$ 二者之中的小值；当 $H \leqslant h_a$ 时，取 $h_t$ 为全土柱与（1.0～1.5）$B$ 二者之中的小值。$H$ 为隧道结构覆土厚度；$h_a$ 为深埋隧道垂直荷载计算高度；$B$ 为隧道开挖宽度；

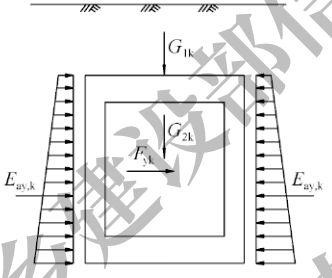
$G_{2s}$——每延米隧道结构自重与管道及设备自重标准值之和（kN/m），位于地下水位以下部分应扣除浮托力；

$l_s$——固定支架前后隧道总长度（m）。

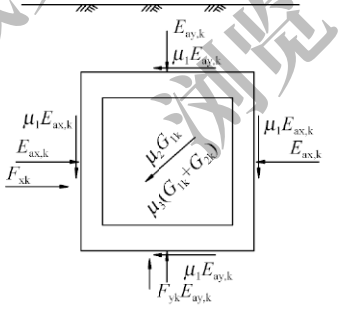
住房城乡建设部信息公开浏览专用




(a) 沿检查室结构$x$轴方向立面受力简图




(b) 沿检查室结构$y$轴方向立面受力简图




(c) 整个结构受力的平面示意简图

图 C.0.2　检查室结构抗滑移稳定验算示意图

住房城乡建设部信息公开浏览专用

# 附录 D　衬砌结构温度伸缩缝间距计算方法

**D. 0. 1**　衬砌结构温度伸缩缝间距可按下列方法计算：

**1**　温度应力场基本方程（图 D. 0. 1-1）：

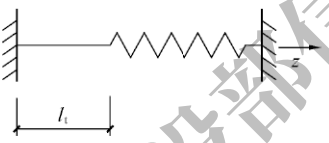



图 D. 0. 1-1　一维线性结构模型

一维线性结构，左端固定，右端受弹性约束，在温差 $T$ 的作用下，其一端产生的变位为其自由变位与弹性约束变位之代数和，即：

$$\Delta u = \alpha_h \times T \times l_t + \sigma_t \times \frac{l_t}{E_c} \qquad \text{(D. 0. 1-1)}$$

$$\varepsilon = \alpha_h \times T + \frac{\sigma_t}{E_c} \qquad \text{(D. 0. 1-2)}$$

式中：$\Delta u$——结构端部变位（m）；

$\alpha_h$——混凝土线膨胀系数；

$T$——温差（℃）；

$l_t$——结构计算长度（m）；

$\sigma_t$——结构温度应力（MPa）；

$E_c$——混凝土的弹性模量（MPa），按本规程第 5. 0. 8 条的规定确定；

$\varepsilon$——结构应变。

**2**　外部约束应力方程：

当两种面接触的物体产生相对位移时，在接触面上必然产生

住房城乡建设部信息公开浏览专用

剪切应力，此时的剪切应力可表示为：

$$\tau = -C_z \times u_s \qquad \text{(D. 0. 1-3)}$$

式中：$\tau$——接触面上剪切应力（MPa）；

$C_z$——地基水平阻力系数（N/mm³），可取 $10\times10^{-2}$；

$u_s$——结构水平位移（mm）。

**3** 隧道衬砌结构温度应力应按下列计算（图 D. 0. 1-2）：

$$\sigma_t = -E_c \times \alpha_h \times T\left[1-\frac{\mathrm{ch}(\eta_f \times z_t)}{\mathrm{ch}(\eta_f \times l_t/2)}\right] \qquad \text{(D. 0. 1-4)}$$

式中：$\eta_f$——自由度系数；

$z_t$——沿隧道纵轴方向计算长度（m）。

当 $z_t=0$ 时，$\sigma_t$ 达最大，即：

$$(\sigma_t)_{max} = -E_c \times \alpha_h \times T\left[1-\frac{1}{\mathrm{ch}(\eta_f \times l_t/2)}\right] \qquad \text{(D. 0. 1-5)}$$

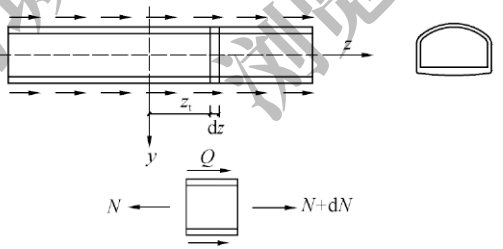



图 D. 0. 1-2 隧道温度应力计算模型示意图

*N*—温度引起的轴向力；*Q*—约束剪切力

**D. 0. 2** 设置温度伸缩缝应符合下列规定：

**1** 隧道计算长度可取 400m 左右；

**2** 伸缩缝间距应根据设防温差和衬砌与防水板间的水平阻力系数，按前述方法计算确定。不同设防温差和水平阻力系数条件下的伸缩缝间距可按表 D. 0. 2 的规定取值；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**表 D.0.2　不同设防温差和水平阻力系数条件下的伸缩缝间距**

| 伸缩缝间距（m）<br>温差（℃） | 水平阻力系数 $C_z$（$\times 10^{-2}$N/mm³） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 8 | 128 | 80 | 56 | 48 | 40 |
| 10 | 92 | 60 | 40 | 32 | 28 |
| 12 | 76 | 48 | 32 | 24 | 24 |

**3**　伸缩缝的设置宽度可取自由端水平位移值的 2 倍，伸缩缝宽度宜取 20mm～30mm。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 附录 E　施工验收记录

**E. 0. 1**　施工现场质量管理检查记录可按表 E. 0. 1 的规定执行。

**表 E. 0. 1　施工现场质量管理检查记录表**

<table>
<tr><td colspan="3">隧道工程施工现场质量管理检查记录</td><td>编号</td><td></td></tr>
<tr><td>工程名称</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>建设单位</td><td colspan="2"></td><td>项目负责人</td><td></td></tr>
<tr><td>设计单位</td><td colspan="2"></td><td>项目负责人</td><td></td></tr>
<tr><td>监理单位</td><td colspan="2"></td><td>总监理工程师</td><td></td></tr>
<tr><td>施工单位</td><td></td><td>项目经理</td><td></td><td>项目技术负责人</td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项目</td><td colspan="2">内容</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">开工报告（开工证）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">现场质量管理制度</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">质量责任制</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">主要专业工种操作上岗证书</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">分包方资质与对分包单位的管理制度</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">施工图审查情况</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">地质勘察资料</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="2">施工组织设计、施工方案及审批</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">施工技术标准</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="2">工程质量检验制度</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>11</td><td colspan="2">交接桩及施工复测资料</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>12</td><td colspan="2">环境保护方案及审批</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>13</td><td colspan="2">施工检测设备及计量器具设置</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>14</td><td colspan="2">现场材料、设备存放与管理</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="5">检查结论：<br><br>总监理工程师<br>（建设单位项目负责人）<br><br>年　月　日</td></tr>
</table>

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**E. 0. 2** 检验批质量验收记录可按表 E. 0. 2 的规定执行。

**表 E. 0. 2 检验批质量验收记录表**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 单位工程名称 | | | | | | |
| 分部工程名称 | | | | | | |
| 分项工程名称 | | | | 验收部位 | | |
| 施工单位 | | | | 项目经理 | | |
| 分包单位 | | | | 分包项目经理 | | |
| 施工质量验收标准名称及编号 | | | | | | |
| 施工质量验收标准的规定 | | | | 施工单位检查记录 | | 监理（建设）单位验收记录 |
| 主控项目 | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| | 5 | | | | | |
| | | | | | | |
| 一般项目 | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| | 5 | | | | | |
| | | | | | | |
| 施工单位检查结果 | | | 专业工长（施工员） | | 施工班组长 | |
| | | | 项目专业质量检查员：年 月 日 | | | |
| 监理（建设）单位验收结论 | | | 监理工程师：<br>（建设单位项目专业技术负责人）：年 月 日 | | | |

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**E. 0. 3**　分项工程质量验收记录可按表 E. 0. 3 的规定执行。

**表 E. 0. 3　分项工程质量验收记录表**

| 单位工程名称 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 分部工程名称 | | | | 检验批数 | |
| 施工单位 | | 项目经理 | | 项目技术负责人 | |
| 分包单位 | | 分包单位负责人 | | 分包项目经理 | |
| 开工日期 | 年　月　日 | | 完工日期 | 年　月　日 | |

| 序号 | 检验批部位、区段 | 施工单位检查评定结果 | 监理（建设）单位验收结论 |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |

遗留问题及解决方案：

| 检查结论 | 项目专业<br>技术负责人：<br>年　月　日 | 验收结论 | 监理工程师<br>（建设单位项目专业技术负责人）<br>年　月　日 |
|---|---|---|---|

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

**E. 0. 4** 分部工程质量验收记录可按表 E. 0. 4 的规定执行。

**表 E. 0. 4 分部工程质量验收记录表**

| 单位工程名称 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 施工单位 | | | | | |
| 项目经理 | | 项目技术负责人 | | 项目质量负责人 | |
| 分包单位 | | 分包单位负责人 | | 分包项目经理 | |
| 开工日期 | 年 月 日 | | 完工日期 | 年 月 日 | |

| 序号 | 分项工程名称 | 检验批数 | 施工单位检查评定结果 | 监理（建设）单位验收结论 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 质量控制资料 | | | | |
| 安全和功能检验（检测）报告 | | | | |

| 验收结论 | | |
|---|---|---|
| | 施工单位 | 项目经理： 年 月 日 |
| | 勘察设计单位 | 项目负责人： 年 月 日 |
| | 监理单位 | 总监理工程师： 年 月 日 |

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

**E. 0. 5** 单位工程验收记录可按表 E. 0. 5-1～表 E. 0. 5-4 的规定执行。

**表 E. 0. 5-1 单位工程质量验收记录表**

| 单位工程名称 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 施工单位 | | 技术负责人 | | 开工日期 | |
| 项目经理 | | 项目技术负责人 | | 竣工日期 | |

| 序号 | 项目 | 验收记录 | 验收结论 |
|---|---|---|---|
| 1 | 分部工程 | 共　分部，经查　分部符合标准及设计要求 | |
| 2 | 质量控制资料核查 | 共　项，经审查符合要求　项，经核定符合规范要求　项 | |
| 3 | 安全和主要使用功能核查及抽查结果 | 共核查　项，符合要求　项，共抽查　项，符合要求　项，经返工处理符合要求　项 | |
| 4 | 观感质量验收 | 共抽查　项，符合要求　项，不符合要求　项 | |
| 5 | 综合验收结论 | | |

| 参加验收单位 | 建设单位 | 监理单位 | 施工单位 | 设计单位 |
|---|---|---|---|---|
| | （公章）<br>单位（项目）<br>负责人：<br>年　月　日 | （公章）<br>总监理工程师：<br>年　月　日 | （公章）<br>单位（项目）<br>负责人：<br>年　月　日 | （公章）<br>单位（项目）<br>负责人：<br>年　月　日 |

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

**表 E.0.5-2　单位工程质量控制资料核查记录表**

| 工程名称 | | 施工单位 | | |
|---|---|---|---|---|
| 序号 | 资料名称 | 份数 | 核查意见 | 核查人 |
| 1 | 图纸会审、设计变更、洽商记录 | | | |
| 2 | 工程定位测量、放线记录 | | | |
| 3 | 原材料出厂合格证书及进场检（试）验报告 | | | |
| 4 | 施工试验报告及见证检测报告 | | | |
| 5 | 隐蔽工程验收记录 | | | |
| 6 | 施工记录 | | | |
| 7 | 预制构件、预拌混凝土合格证 | | | |
| 8 | 支护、衬砌结构检验及抽样检测资料 | | | |
| 9 | 分项、分部工程质量验收记录 | | | |
| 10 | 工程质量事故及事故调查处理资料 | | | |
| 11 | 新技术、新材料、新工艺施工记录 | | | |
| 12 | 监控量测资料 | | | |
| | | | | |
| | | | | |

结论：

施工单位项目经理：　　年　月　日

总监理工程师：（建设单位项目负责人）　　年　月　日

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**表 E.0.5-3　单位工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录表**

| 工程名称 | | 施工单位 | | |
|---|---|---|---|---|
| 序号 | 安全和功能检查记录 | 份数 | 核查意见 | 核查人 |
| 1 | 衬砌混凝土强度同条件养护试件试验报告 | | | |
| 2 | 衬砌钢筋保护层厚度无损检测记录 | | | |
| 3 | 初期支护喷射混凝土强度检测记录 | | | |
| 4 | 衬砌背后回填密实度无损检测记录 | | | |
| 5 | 防水效果检查记录 | | | |
| 6 | 贯通测量检测记录 | | | |
| 7 | 隧道内轮廓及净空检测记录 | | | |
| | | | | |

结论：

施工单位项目经理：（建设单位项目负责人）　　总监理工程师：

年　月　日　　年　月　日

住房城乡建设部信息公开浏览专用

**表 E.0.5-4　单位工程观感质量检查记录表**

| 工程名称 | | | 施工单位 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 序号 | 项目 | | | 核查质量状况 | 质量评价 | | |
| | | | | | 好 | 一般 | 差 |
| 1 | 混凝土观感 | | 表面色泽 | | | | |
| 2 | | | 结构整体轮廓 | | | | |
| 3 | | | 错台、跑模现象 | | | | |
| 4 | | | 大面积蜂窝、麻面 | | | | |
| 5 | | | 有害裂缝 | | | | |
| 6 | | | 施工缝、变形缝 | | | | |
| 1 | 防水观感 | | 结构防水效果 | | | | |
| 2 | | | 水沟排水 | | | | |
| 3 | | | 施工缝、变形缝防水 | | | | |
| 4 | | | 穿墙管防水 | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 观感质量综合评价 | | | | | | | |
| 检查结论 | 施工单位项目经理：（建设单位项目负责人）<br>年　月　日 | | | 总监理工程师：<br>年　月　日 | | | |

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 本规程用词说明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1**）表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2**）表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3**）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4**）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

# 引用标准名录

**1** 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
**2** 《混凝土结构设计规范》GB 50010
**3** 《钢结构设计规范》GB 50017
**4** 《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086
**5** 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
**6** 《地下工程防水技术规范》GB 50108
**7** 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
**8** 《粉煤灰混凝土应用技术规范》GBJ 146
**9** 《混凝土质量控制标准》GB 50164
**10** 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203
**11** 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
**12** 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
**13** 《地下防水工程质量验收规范》GB 50208
**14** 《起重设备安装工程施工及验收规范》GB 50278
**15** 《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299
**16** 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
**17** 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
**18** 《通用硅酸盐水泥》GB 175
**19** 《碳素结构钢》GB/T 700
**20** 《钢筋混凝土用钢　第1部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1
**21** 《钢筋混凝土用钢　第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2
**22** 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
**23** 《建筑卷扬机》GB/T 1955

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

**24** 《环境空气质量标准》GB 3095

**25** 《声环境质量标准》GB 3096

**26** 《爆破安全规程》GB 6722

**27** 《混凝土外加剂》GB 8076

**28** 《缺氧危险作业安全规程》GB 8958

**29** 《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523

**30** 《高分子防水材料　第1部分：片材》GB 18173.1

**31** 《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28

**32** 《城镇供热管网结构设计规范》CJJ 105

**33** 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

**34** 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52

**35** 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

**36** 《混凝土用水标准》JGJ 63

**37** 《龙门架及井架物料提升机安全技术规范》JGJ 88

**38** 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104

**39** 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107

住房城乡建设部信息公开
浏览专用