**UDC**

中华人民共和国国家标准  **GB**

**P　　　　　　 GB /T\*\*\*\*\*－2022**

城镇道路路面技术标准

**Technical standard for urban road pavement**

**（征求意见稿）**

**2022－\*\*－\*\*　发布　　　 　 　 2022－\*\*－\*\*　实施**

中 华 人 民 共 和 国 住 房 和 城 乡 建 设 部 联合发布

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中华人民共和国国家标准

城镇道路路面技术标准

Technical standard for urban road pavement

GB/T\*\*\*\*\*-2022

主编部门： 中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2023年\*\*月\*\*日

中国计划出版社

2022北京

**前 言**

根据住房和城乡建设部《关于印发<2017年工程建设标准规范制修订及相关工作>的通知》（建标[2016]248号）的要求，标准编制组在深入调查研究，认真总结国内外科研成果和大量实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准的主要技术内容是: 1总则；2术语、符号和代号；3基本规定；4垫层和基层；5沥青路面；6水泥混凝土路面；7砌块路面；8桥面与隧道铺装；9路面排水。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司负责具体技术内容的解释，执行过程中如有意见和建议，请寄送上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司（地址：上海市杨浦区中山北二路901号，邮政编码：200092）。

本标准主编单位 ：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

本标准参编单位 ：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc56001308)

[2 术语、符号和代号 2](#_Toc56001309)

[2.1术语 2](#_Toc56001310)

[2.2符号 4](#_Toc56001311)

[2.3代号 7](#_Toc56001312)

[3 基本规定 9](#_Toc56001313)

[3.1一般规定 9](#_Toc56001314)

[3.2设计要素 10](#_Toc56001315)

[3.3施工与验收要求 15](#_Toc56001316)

[4 垫层和基层 16](#_Toc56001317)

[4.1一般规定 16](#_Toc56001318)

[4.2设计 16](#_Toc56001319)

[4.3施工 20](#_Toc56001320)

[4.4验收 20](#_Toc56001321)

[5 沥青路面 25](#_Toc56001322)

[5.1一般规定 25](#_Toc56001323)

[5.2材料设计 25](#_Toc56001324)

[5.3结构设计 40](#_Toc56001325)

[5.4施工 52](#_Toc56001326)

[5.5验收 60](#_Toc56001327)

[6 水泥混凝土路面 66](#_Toc56001328)

[6.1一般规定 66](#_Toc56001329)

[6.2材料设计 66](#_Toc56001330)

[6.3结构设计 69](#_Toc56001331)

[6.4面层配筋设计 72](#_Toc56001332)

[6.5接缝设计 75](#_Toc56001333)

[6.6加铺层结构设计 82](#_Toc56001334)

[6.7施工 86](#_Toc56001335)

[6.8验收 94](#_Toc56001336)

[7 砌块路面 97](#_Toc56001337)

[7.1一般规定 97](#_Toc56001338)

[7.2材料设计 97](#_Toc56001339)

[7.3结构设计 99](#_Toc56001340)

[7.4施工 101](#_Toc56001341)

[7.5验收 101](#_Toc56001342)

[8 桥面与隧道铺装 104](#_Toc56001343)

[8.1一般规定 104](#_Toc56001344)

[8.2水泥混凝土桥铺装 104](#_Toc56001345)

[8.3钢桥面铺装 105](#_Toc56001346)

[8.4隧道路面铺装 106](#_Toc56001347)

[9 路面排水 108](#_Toc56001348)

[9.1一般规定 108](#_Toc56001349)

[9.2路表排水设计 108](#_Toc56001350)

[9.3路面内部排水 108](#_Toc56001351)

[9.4分隔带排水 110](#_Toc56001352)

[9.5交叉范围路面排水 110](#_Toc56001353)

[9.6施工 110](#_Toc56001354)

[9.7验收 111](#_Toc56001355)

[附录A 沥青路面使用性能气候分区 111](#_Toc56001356)

[附录B 沥青混合料级配组成、沥青表面处治材料规格和用量 115](#_Toc56001357)

[附录C 沥青路面设计参数参考值 117](#_Toc56001358)

[附录D 沥青混合料单轴贯入抗剪强度试验方法 119](#_Toc56001359)

[附录E 沥青混合料单轴压缩动态回弹模量试验方法 121](#_Toc56001360)

[附录F 水泥混凝土路面设计参数参考值 123](#_Toc56001361)

[附录G 混凝土板应力分析及厚度计算 126](#_Toc56001362)

[附录H 连续配筋混凝土面层纵向配筋计算 132](#_Toc56001366)

[附录J 有沥青上面层的混凝土板应力分析 135](#_Toc56001367)

[附录K 城市道路工程分部（子分部）、分项（子分项）、检验批划分表 138](#_Toc56001370)

[附录L 检验批、分项、分部工程质量验收记录表 140](#_Toc56001371)

[本标准用词说明 143](#_Toc56001372)

[引用标准名录 144](#_Toc56001373)

**Contents**

[1 General Provisions 1](#_Toc232392036)

[2 Terms，Symbols and Code 2](#_Toc232392037)

[2.1 Terms](#_Toc232392038) 2

[2.2 Symbols](#_Toc232392039) 4

[2.3 Code](#_Toc232392039) 7

[3 Basic Requirements](#_Toc232392041) 9

[3.1 General Requirements](#_Toc232392045) 9

[2.2 Design Elements 1](#_Toc232392046)0

[3.3 Construction and Acceptance Requirements](#_Toc232392047) 15

[4 Bed course and Base Course 1](#_Toc232392044)6

[4.1 General Requirements 1](#_Toc232392045)6

[4.2 Design 1](#_Toc232392046)6

[4.3 Construction](#_Toc232392047) 20

[4.4 Acceptance](#_Toc232392047) 20

[5 Asphalt Pavement](#_Toc232392048) 25

[5.1 General Requirements](#_Toc232392049) 25

[5.2 Material Design](#_Toc232392050) 25

[5.3 Pavement Structure Design](#_Toc232392051) 40

[5.4 Construction](#_Toc232392055) 52

[5.5 Acceptance](#_Toc232392057) 60

[6 Cement Concrete Pavement](#_Toc232392077) 66

[6.1 General Requirements](#_Toc232392049) 66

[6.2 Material Design](#_Toc232392051) 66

[6.3 Pavement Structure Design](#_Toc232392050) 69

[6.4 Surface Reinforcement Design](#_Toc232392050) 72

[6.5 Joint Design](#_Toc232392050) 75

[6.6 Overlay Structure Design](#_Toc232392050) 82

[6.7 Construction](#_Toc232392055) 86

[6.8 Acceptance](#_Toc232392057) 94

[7 Block Stone Pavement](#_Toc232392089) 97

[7.1 General Requirements](#_Toc232392049) 97

[7.2 Material Design](#_Toc232392050) 97

[7.3 Pavement Structure Design](#_Toc232392051) 99

[7.4 Construction](#_Toc232392055) 101

[7.5 Acceptance](#_Toc232392057) 101

[8 Bridge Pavement and Tunnel Pavement](#_Toc232392095) 104

[8.1](#_Toc232392096)[General Requirements](#_Toc232392096) 104

[8.2 Concreter Bridge Pavement](#_Toc232392097) 104

[8.3 Steel Bridge Pavement](#_Toc232392097) 105

[8.4 Tunnel Pavement](#_Toc232392097) 106

[9 Pavement Drainage](#_Toc232392099) 108

[9.1General Requirements](#_Toc232392090) 108

[9.2 Pavement Drainage Design](#_Toc232392100) 108

[9.3 Pavement Subsurface Drainage](#_Toc232392102) 109

[9.4 Median Divider Drainage](#_Toc232392103) 110

[9.5 Intersection Drainage](#_Toc232392104) 110

[9.6 Construction](#_Toc232392105) 110

[9.7 Acceptance](#_Toc232392105) 111

[Appendix A Asphalt Pavement Performance Climate Zone](#_Toc232392107) 113

[Appendix B Asphalt Mixture Grade Composition, Bituminous Surface Treatment Material Specification and Dosage](#_Toc232392108) 115

[Appendix C Reference Value of Asphalt Pavement Design Parameters](#_Toc232392110) 117

[Appendix D Method of Uniaxial Peneration Experiment](#_Toc232392111) 119

[Appendix E Method of Uniaxial Compression Dynamic Mudulus Experiment](#_Toc232392111) 121

[Appendix F Reference Value of Cement Concrete Pavement Design Parameters](#_Toc232392111) 123

[Appendix G Stress Analysis and Thickness Calculation of Concrete Slab](#_Toc232392111) 126

[Appendix H Calculation of Longitudinal Reinforcement for Continuous Reinforced Concrete Surface](#_Toc232392111) 132

[AppendixJ Stress Analysis of Concrete Slab with asphalt Surface](#_Toc232392111) 135

[Appendix K Division tables of Urban Road Engineering Division Branch ,Subentry and Inspection Lot](#_Toc232392111) 138

[Appendix L Subentry, branch and Unit Engineering Inspection Record Table](#_Toc232392111) 140

[Explanation of Wording in This Standard](#_Toc232392112) 143

[List of Quoted Standards](#_Toc232392112) 144

# 1 总则

**1.0.1** 为适应我国城镇道路建设发展的需要，提高路面设计水平和施工质量，保证路面工程安全、可靠、耐久，做到技术先进，经济合理，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建、扩建和改建各等级城镇道路路面工程设计、施工与验收。

**1.0.3** 城镇道路路面工程设计、施工与验收，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语、符号和代号

## 2.1术语

**2.1.1** 沥青路面 asphalt pavement

铺筑沥青面层的路面。

**2.1.2** 水泥混凝土路面 cement concrete pavement

铺筑水泥混凝土面层的路面。

**2.1.3** 砌块路面 block stone pavement

用一定形状的石料或混凝土预制砌块铺筑面层的路面。

**2.1.4** 透水路面 permeable pavement

能使雨水通过透水性能良好的道路结构层路面，按照面层材料可分为透水沥青路面、透水水泥混凝土路面与透水砖路面，按照雨水渗流路径可分为表层排水式、半透式与全透式。

**2.1.5** 稀浆罩面slurry surfacing

用稀浆混合料进行的路面面层处治方法，分为稀浆封层和微表处两种。

**2.1.6** 彩色沥青混凝土路面colored asphalt concrete pavement

脱色沥青与各种颜色石料或树脂类胶结料、色料和添加剂等材料在规定温度下铺筑而成的路面。

**2.1.7** 橡胶沥青路面 rubberized asphalt pavement

用湿法工艺生产的含有橡胶屑改性剂的沥青结合料与石料、矿粉等材料在规定温度下铺筑而成的路面。

**2.1.8** 沥青路面再生asphalt pavement recycling

采用专用机械设备对旧沥青路面或回收沥青路面材料进行处理，并掺加一定比例的新矿料、再生用结合料等，形成满足路用性能要求的混合料及路面结构层的技术。

**2.1.9** 预应力混凝土路面 prestressed concrete pavement

预先在路面工作截面上施加压力，以提高受力性能的水泥混凝土路面。

**2.1.10** 温拌沥青混合料 warm mix asphalt

在基本不改变沥青混合料的配合比以及施工工艺的前提下，采用技术手段，使得沥青混合料的拌和温度相比同类热拌沥青混合料降低30℃以上，且能达到热拌沥青混合料路用性能要求的沥青混合料。

**2.1.11** 抗车辙沥青混合料anti~rutting asphalt mixture

采用干法加入抗车辙添加剂，提高沥青路面高温稳定性的沥青混合料。

**2.1.12** 半刚性基层　semi-rigid base

用无机结合料稳定粒料或土类材料铺筑的基层。

**2.1.13** 刚性基层 rigid base

用普通混凝土、碾压混凝土、贫混凝土、钢筋混凝土与连续配筋混凝土等材料铺筑的基层。

**2.1.14** 柔性基层 flexible base

用热拌或冷拌沥青混合料、沥青贯入式碎石与粒料类等材料铺筑的基层。

**2.1.15** 垫层 bed course

路基之上，起到排水、隔水、防冻作用的结构层。

**2.1.16** 透层 prime coat

用于非沥青类材料层上，能透入表面一定深度，增强非沥青类材料层与沥青混合料层整体性的功能层。

**2.1.17** 粘层 tack coat

路面结构中起到粘结作用的功能层。

**2.1.18** 封层 seal coat

路面结构中用以阻止水下渗的功能层。

**2.1.19** 当量轴次 equivalent single axle loads

按变形、应力或疲劳断裂损坏等效原则，将不同车型、不同轴载作用次数换算成与标准轴载相当的轴载作用次数。

**2.1.20** 累计当量轴次 cumulative equivalent axle loads

在设计工作年限内，设计车道上或临界荷位处的当量轴次总和。

**2.1.21** 设计工作年限 design working life

在正常设计、施工、使用和养护条件下，路面不需要结构性维修的预期使用年限。

**2.1.22** 可靠度 reliability

路面结构在规定的时间内，规定的条件下，完成预定功能的概率。

**2.1.23** 目标可靠度 objective reliability

综合考虑工程安全度和工程经济性等方面的因素而确定的路面结构最佳可靠度。

**2.1.24** 可靠度系数 reliability coefficient

为保证所设计的结构具有规定的可靠度，而在极限状态设计表达式中采用的单一综合系数。

**2.1.25** 设计弯沉值 design deflection

根据设计工作年限内一个车道上预计通过的累计当量轴次、道路等级、面层和基层类型而确定的路表弯沉值。

**2.1.26** 容许拉应变 allowable tensile strain at the bottom of the asphalt layer

根据累计标准轴载作用次数，利用修正后沥青混合料疲劳方程计算确定的沥青层层底临界位置的拉应变。

**2.1.27** 容许拉应力 allowable tensile stress at the bottom of the semirigid base layer

半刚性材料的抗拉强度与抗拉强度结构系数之比。

**2.1.28** 容许剪应力 allowable shear stress

沥青混合料的抗剪强度与抗剪强度结构系数之比。

**2.1.29** 抗拉强度结构系数 tensile strength structural coefficient

考虑半刚性材料疲劳破坏特性的安全系数。

**2.1.30** 抗剪强度结构系数 shear strength structural coefficient

考虑沥青混合料剪切疲劳破坏特性的安全系数。

**2.1.31** 最不利季节 worst season

路基路面结构处于最不利工作状态的季节。

## 2.2符号

**2.2.1** 作用和作用效应：

*Na*——以设计弯沉值、沥青层剪应力和沥青层层底拉应变为指标时的当量轴次；

*N*c——水泥混凝土路面标准轴载的作用次数；

*Ne*——设计工作年限内沥青路面一个车道上的累计当量轴次；

——设计工作年限内水泥混凝土面层临界荷位所承受的累计当量轴次；

——各类轴型级轴载的作用次数；

*Np*——设计工作年限内公交车停车站或交叉口进口道同一位置停车的累计当量轴次；

*Ns*——以半刚性基层层底拉应力为设计指标时的当量轴次；

*N1*——沥青路面营运第一年单向日平均当量轴次；

——水泥混凝土路面设计车道使用初期的标准轴载日作用次数；

*P*——标准轴载；

*Pi* ——被换算车型的各级轴载；

**——单轴-单轮、单轴-双轮组或三轴-双轮组轴型级轴载的总重；

*l*s ——轮隙中心处路表计算的弯沉值；

*ni* ——被换算车型的各级轴载作用次数；

*p*——标准轴载的轮胎接地压强；

——柔性基层沥青层层底计算的最大拉应变；

*σm*——半刚性材料基层层底计算的最大拉应力；

*σpr*——行车荷载疲劳应力；

*σps*——标准轴载在四边自由板的临界荷位处产生的荷载应力；

*σs*——钢筋应力；

*σtm* ——最大温度梯度时混凝土板的温度翘曲应力；

*σtm1* ——分离式双层混凝土板上层的最大温度翘曲应力；

*σtm2* ——结合式双层混凝土板下层的最大温度翘曲应力；

*σtr* ——温度梯度疲劳应力；

*τ*m——沥青面层计算的最大剪应力。

**2.2.2**  设计参数和计算系数：

*Bx*——综合温度翘曲应力和内应力作用的温度应力系数；

*F*——弯沉综合修正系数；

*fh*——水平力系数；

*Kr* ——抗剪强度结构系数；

*Ks.r*——无机结合料稳定集料类的抗拉强度结构系数；

*Ks.t*——无机结合料稳定细粒土类的抗拉强度结构系数；

*kc* ——考虑偏载和动载等因素对路面疲劳损坏影响的综合系数；

*kf* ——考虑设计工作年限内荷载应力累计疲劳作用的疲劳应力系数；

*kr* ——考虑接缝传荷能力的应力折减系数；

*ks*——粘结刚度系数；

*kt* ——考虑温度应力累计疲劳作用的疲劳应力系数；

*Μ* ——面层与基层之间的磨阻系数；

*n* ——轴型和轴载级位数；

*Tg*——水泥混凝土面层的最大温度梯度标准值；

*t* ——设计工作年限；

*αc* ——混凝土的线膨胀系数；

——钢筋线膨胀系数；

*γ* ——设计工作年限内交通量的平均年增长率；

*γa*——沥青路面可靠度系数；

**——水泥混凝土路面可靠度系数；

——轴-轮型系数；

——设计车道分布系数；

——临界荷位处的车辆轮迹横向分布系数；

**——混凝土温缩应力系数；

**——配筋率；

*ρf* ——钢纤维的体积率；

**——钢筋刚度贡献率。

**2.2.3** 几何参数：

*ds* ——钢筋直径；

*h*——水泥混凝土面层厚度;

*Ld*——横向裂缝平均间距；

*r*——单层混凝土板的相对刚度半径；

*rg* ——双层混凝土板的相对刚度半径；

*δ*——当量圆半径。

**2.2.4**  材料性能和路面抗力：

*E0*——路基抗压回弹模量值；

*Ec* ——水泥混凝土的弯拉弹性模量；

——旧混凝土的弯拉弹性模量标准值；

*EI* ——各层材料抗压回弹模量值；

*Et* ——基层顶面当量回弹模量；

——基层顶面的当量回弹模量标准值；

——旧混凝土弯拉强度标准值；

——旧混凝土劈裂强度标准值；

——旧混凝土劈裂强度测定值的均值；

*la* ——路表面弯沉检测标准值；

*l*d ——路表设计弯沉值；

*l0*——路段内实测路表弯沉代表值；

——路段内实测路表弯沉平均值；

 ——旧路面的计算弯沉；

*Sm* ——沥青表面层材料的60℃抗压回弹模量；

——受荷板接缝边缘处的弯沉值；

——平均弯沉值；

[]——沥青层材料的容许拉应变；

[*σ*R]——半刚性材料的容许抗拉强度；

*σ*s ——半刚性材料劈裂强度。

## 2.3代号

**2.3.1** 材料类型：

*AC*——密级配沥青混合料；

*AM* ——半开级配沥青碎石；

*ATB*——密级配沥青稳定碎石；

*ATPB*——开级配沥青稳定碎石；

*EA*——环氧沥青混凝土

*GA*——浇注式沥青混凝土

*OGFC*——开级配沥青磨耗层；

*PAC*——透水沥青混合料；

*SMA*——沥青玛蹄脂碎石混合料。

**2.3.2** 路表特性：

*BPN*——摆值；

*SFC*60 ——横向力系数；

*TD*——构造深度。

# 3 基本规定

## 3.1一般规定

**3.1.1** 道路路面可分为沥青路面、水泥混凝土路面和砌块路面三大类，各面层类型及适用范围宜符合下列规定：

**1** 沥青路面面层类型宜包括沥青混合料和沥青表面处治，沥青混合料可用于各交通荷载等级道路；沥青表面处治路面可用于中、轻交通荷载等级道路。

**2** 水泥混凝土路面面层类型宜包括普通混凝土、钢筋混凝土、连续配筋混凝土、钢纤维混凝土与预应力混凝土，可用于各交通荷载等级道路。

**3**  砌块路面面层类型宜包括预制砌块和天然石材，可用于轻交通荷载等级道路、广场、停车场、人行道与步行街。

**3.1.2** 道路路面的面层、基层与垫层应符合下列规定：

**1**  面层应具有足够的结构强度、稳定性和平整、抗滑、耐磨与低噪声等表面特性，可分为上面层、中面层与下面层。

**2**  基层应具有足够的强度和扩散应力的能力，可分为上基层、下基层与底基层。

**3** 垫层应具有一定的强度、良好的水稳定性和抗冻性。

**3.1.3** 道路路面设计应符合下列规定：

**1** 根据道路等级、使用性能要求和交通荷载等级、道路的地理地质条件、路基土特性、水文及气候环境状况，进行路基路面整体结构综合设计，通过技术经济分析选定设计方案。

**2** 设计方案应因地制宜、合理选材、降低能耗，并宜利用既有路面材料。

**3**  应便于施工，利于养护，并应减少对周边环境及生态的影响。

**3.1.4** 道路路面施工与验收应符合下列规定：

**1** 施工单位相关人员应掌握现场情况，进行施工前的技术准备工作。

**2** 路面施工应按合同规定的、经过审批的有效设计文件进行施工。

**3** 路面施工应符合有关周围建筑物、构筑物及地下管线等安全性要求，并应防止噪音和粉尘等环境污染。

**4** 各分项工程应在分别自检合格的基础上进行验收，应形成验收文件；验收合格后方可继续施工。

3.2设计要素

**3.2.1** 路面设计工作年限应符合表3.2.1规定。

表3.2.1 路面设计工作年限

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 道路等级 | 路面类型 | | |
| 沥青路面 | 水泥混凝土路面 | 砌块路面 |
| 快速路 | 15年 | 30年 | — |
| 主干路 | 15年 | 30年 | — |
| 次干路 | 15年 | 20年 | 10年(20年) |
| 支 路 | 10年 | 20年 |

注： 砌块路面采用混凝土预制块时，设计工作年限为10年，采用石材时，设计工作年限为20年。

**3.2.2** 标准轴载应符合下列规定：

**1**  路面设计应以双轮组单轴载100kN为标准轴载，以BZZ-100表示。标准轴载的计算参数应符合表3.2.2的规定。

表 3.2.2标准轴载计算参数

|  |  |
| --- | --- |
| 标 准 轴 载 | BZZ-100 |
| 标准轴载*P*(kN) | 100 |
| 轮胎接地压强*p*(MPa) | 0.70 |
| 单轮传压面当量圆直径*d*(cm) | 21.30 |
| 两轮中心距(cm) | 1.5*d* |

**2**  设计交通量的计算应将不同轴载的各种车辆换算成BZZ-100标准轴载的当量轴次。大型公交车比例较高的道路或公交专用道的设计，可根据实际情况，经论证选用适当的轴载和计算参数。

**3.2.3** 沥青路面轴载换算和设计交通量应符合下列规定：

**1** 沥青路面以设计弯沉值、沥青层剪应力和沥青层层底拉应变为设计指标时, 各种轴载换算成标准轴载*P*的当量轴次*Na*应按下式计算：

 (3.2.3-1)

当轴间距大于或等于3m时, 应按一个单独的轴载计算；当轴间距小于3m时,双轴或多轴的轴数系数应按下式计算：

*C*1=1＋1.2（*m*-1） (3.2.3-2)

式中：*Na*——以设计弯沉值、沥青层剪应力和沥青层层底拉应变为设计指标时的当量

轴次（次/d）；

*ni* ——被换算车型的各级轴载作用次数（次/d）；

*P* ——标准轴载（kN）；

*Pi*——被换算车型的各级轴载（kN）；

*C*1——被换算车型的轴数系数；

*m*——轴数；

*C*2——被换算车型的轮组系数，单轮组为6.4，双轮组为1.0，四轮组为0.38；

*K* ——被换算车型的轴载级别。

**2** 沥青路面以半刚性基层层底拉应力为设计指标时，各种轴载换算成标准轴载*P*的当量轴次*Ns*应按下式计算：

 (3.2.3-3)

式中： *Ns*——以半刚性基层层底拉应力为设计指标时的当量轴次（次/*d*）；

——被换算车型的轴数系数；

——被换算车型的轮组系数，单轮组为18.5，双轮组为1.0，四轮组为0.09。

以拉应力为设计指标时，双轴或多轴的轴数系数应按下式计算：

=1+2(*m*-1) (3.2.3-4)

**3** 应根据预测交通量，考虑各种车型的交通组成（或比例），将不同车型的轴载换算成标准轴载的当量轴次，求得营运第一年单向日平均当量轴次。

**4** 设计工作年限内交通量的年平均增长率应在项目可行性研究报告等资料基础上，经研究分析确定。

**5上.2-94455** 沥青路面设计车道分布系数应依据道路交通组成、交通管理情况，通过实地调查确定，也可按表3.2.3选定。当上下行交通量或重车比例有明显差异时，可区别对待，可按上下行交通特点分别进行厚度设计。

表3.2.3 设计车道分布系数

|  |  |
| --- | --- |
| 车 道 特 征 | 车道分布系数 |
| 单向单车道 | 1.00 |
| 单向两车道 | 0.65~0.95 |
| 单向三车道 | 0.50~0.80 |
| 单向四车道 | 0.40~0.70 |

**6** 沥青路面设计工作年限内一个车道上的累计当量轴次应按下式计算：

 (3.2.3-5)

式中：——设计工作年限内一个车道上的累计当量轴次（次/车道）；

——设计工作年限（年）；

——路面营运第一年单向日平均当量轴次（次/d）；

——设计工作年限内交通量的年平均年增长率(%)；

——设计车道分布系数。

**3.2.4** 水泥混凝土路面轴载换算和设计交通量应符合下列规定：

**1** 应利用当地交通观测数据和统计资料，获取设计道路的初期年平均日交通量及车辆类型组成数据，剔除2轴4轮及以下的客、货运车辆交通量，得到2轴6轮及以上车辆的双向年平均日交通量*AADTT*。

**2**设计车道上2轴6轮及以上车辆的年平均日货车交通量*ADTT*应按下式计算。

*ADTT=AADTT×DDF×LDF* （3.2.4-1）

式中*：ADTT——*设计车道上2轴6轮及以上车辆的年平均日货车交通量（辆/车道/d）；

*AADTT——*2轴6轮及以上车辆的双向年平均日交通量（辆/d）；

*DDF——*方向系数，宜根据实际调查确定，无实测数据时可在0.5~0.6范围内选用；

*LDF——*车道分配系数，宜根据实际调查确定，无实测数据时可按表3.2.4-1选用。

表3.2.4-1 2轴6轮及以上车辆交通量的车道分配系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单向车道数 | | 1 | 2 | 3 | ≥4 |
| 车道分配系数 | 城市快速路 | — | 0.70~0.85 | 0.45~0.60 | 0.40~0.50 |
| 其他等级道路 | 1.00 | 0.50~0.75 | 0.50~0.75 | 0.40~0.50 |

**4**  设计车道使用初期的设计轴载日作用次数应按下列公式计算：

(3.2.4-2)

(3.2.4-3)

式中： *Ns*——设计车道使用初期的设计轴载日作用次数（轴次/车道/d）；

 ——随机调查3000辆2轴6轮及以上车辆中出现的单轴总轴数；

——单轴级位的轴重（kN）；

——设计轴载的轴重（kN）；

——不同单轴轴重级位的设计轴载当量换算系数；

——单轴轴重级位的频率（以分数计）。

**5**设计工作年限内水泥混凝土面层临界荷位所承受的累计当量轴次应按下式计算：

（3.2.4-4）

式中：——水泥混凝土路面设计工作年限内设计车道所承受的设计轴载累计次数（轴次/车道）；

——设计工作年限；

——货车交通量的年平均增长率；

——临界荷位处的车辆轮迹横向分布系数，可按表3.2.4-2选用。

表3.2.4-2 车辆轮迹横向分布系数（）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 道路等级 | | 纵缝边缘处 |
| 快速路、主干路 | | 0.17~0.22 |
| 次干路及以下道路 | 行车道宽>7m | 0.34~0.39 |
| 行车道宽≤7m | 0.54~0.62 |

注：行车道较宽或者交通量较大时，取高值；反之，取低值。

**3.2.5** 车行道交通荷载等级可根据累计轴次，按表3.2.5的规定划分为4个等级。非机动车道、人行道及步行街路面结构可按轻交通荷载确定。

表3.2.5 车行道交通荷载等级

| 交通荷载等级 | 沥青路面 | 水泥混凝土路面 |
| --- | --- | --- |
| 累计当量轴次 (万次/车道) | 累计当量轴次（万次/车道) |
| 轻 | <400 | ＜3 |
| 中 | 400≤ ＜1200 | 3≤ ＜100 |
| 重 | 1200≤ ≤2500 | 100≤ ≤2000 |
| 特重 | >2500 | >2000 |

**3.2.6** 路面设计环境要素应符合下列规定：

**1** 沥青路面面层的使用性能气候分区应按本标准附录A确定。

**2**  水泥混凝土面层的最大温度梯度标准值（*T*g） ，根据道路所在地的道路自然区划，可按表3.2.6-1 选用。

表3.2.6-1 最大温度梯度标准值（*T*g）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路自然区划 | II、V | III | IV、VI | VII |
| 最大温度梯度(℃/m) | 83~88 | 90~95 | 86~92 | 93~98 |

注：海拔高时，取高值；湿度大时，取低值。

**3** 在冰冻地区，沥青路面总厚度不应小于表3.2.6-2规定的最小防冻厚度；水泥混凝土路面总厚度不应小于表3.2.6-3规定的最小防冻厚度。

表3.2.6-2 沥青路面最小防冻厚度（m）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 路基  类型 | 道路冻深 | 粘性土、细亚砂土路床 | | | 粉 性 土路床 | | |
| 砂石类 | 稳定土类 | 工业废料类 | 砂石类 | 稳定土类 | 工业废料类 |
| 中湿 | 0.50~1.00 | 0.40~0.45 | 0.35~0.40 | 0.30~0.35 | 0.45~0.50 | 0.40~0.45 | 0.30~0.40 |
| 1.00~1.50 | 0.45~0.50 | 0.40~0.45 | 0.35~0.40 | 0.50~0.60 | 0.45~0.50 | 0.40~0.45 |
| 1.50~2.00 | 0.50~0.60 | 0.45~0.55 | 0.40~0.50 | 0.60~0.70 | 0.50~0.60 | 0.45~0.50 |
| ＞2.00 | 0.60~0.70 | 0.55~0.65 | 0.50~0.55 | 0.70~0.75 | 0.60~0.70 | 0.50~0.65 |
| 潮湿 | 0.60~1.00 | 0.45~0.55 | 0.40~0.50 | 0.35~0.45 | 0.50~0.60 | 0.45~0.55 | 0.40~0.50 |
| 1.00~1.50 | 0.55~0.60 | 0.50~0.55 | 0.45~0.50 | 0.60~0.70 | 0.55~0.65 | 0.50~0.60 |
| 1.50~2.00 | 0.60~0.70 | 0.55~065 | 0.50~0.55 | 0.70~0.80 | 0.65~0.70 | 0.60~0.65 |
| ＞2.00 | 0.70~0.80 | 0.65~0.75 | 0.55~0.70 | 0.80~1.00 | 0.70~0.90 | 0.65~0.80 |

注： 1 对潮湿系数小于0.5的地区，Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ等干旱地区防冻厚度应比表中值减少15%~20%。

2 对Ⅱ区砂性土路基防冻厚度应相应减少 5%~10%。

表3.2.6-3水泥混凝土路面最小防冻厚度（m）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 路基  类型 | 路基土质 | 当地最大冰冻深度 | | | |
| 0.50~1.00 | 1.01~1.50 | 1.51~2.00 | ＞2.00 |
| 中湿 | 低、中、高液限粘土 | 0.30~0.50 | 0.40~0.60 | 0.50~0.70 | 0.60~0.95 |
| 粉土，粉质低、中液限粘土 | 0.40~0.60 | 0.50~0.70 | 0.60~0.85 | 0.70~1.10 |
| 潮湿 | 低、中、高液限粘土 | 0.40~0.60 | 0.50~0.70 | 0.60~0.90 | 0.75~1.20 |
| 粉土，粉质低、中液限粘土 | 0.45~0.70 | 0.55~0.80 | 0.70~1.00 | 0.80~1.30 |

注：1 冻深小或填方路段，或者基层、垫层为隔湿性能良好的材料，可采用低值；冻深大或 挖方及地下水位高的路段，或者基层、垫层为隔湿性能较差的材料，应采用高值；

2 冻深小于0.50m的地区,可不考虑结构层防冻厚度。

**3.2.7** 路面可靠度设计标准应符合表3.2.7的规定。

表3.2.7 路面可靠度设计标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 道路等级 | 快速路 | 主干路 | 次干路、支路 |
| 目标可靠度 | 95% | 90% | 85% |
| 变异水平等级 | 低 | 低~中 | 中~高 |

**3.2.8**  路面抗滑性能应符合下列规定：

**1** 快速路、主干路沥青路面在质量验收时抗滑性能指标应符合表3.2.8-1的规定，次干路、支路、非机动车道、人行道及步行街可按表3.2.8-1执行。

表3.2.8-1 沥青路面抗滑性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 年平均降雨量  （mm） | 质 量 验 收 值 | |
| 横向力系数SFC60 | 构造深度TD(mm) |
| >1000 | ≥54 | ≥0.55 |
| 500~1000 | ≥50 | ≥0.50 |
| 250~500 | ≥45 | ≥0.45 |

注：1 应采用测定速度为60km/h±1km/h时的横向力系数(SFC60)作为控制指标。

2 路面宏观构造深度可用铺砂法测定。

**2** 水泥混凝土路面抗滑性能在质量验收时，水泥混凝土面层的表面构造深度应符合表3.2.8-2的规定。

表3.2.8-2 水泥混凝土面层的表面构造深度（mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 道路等级 | 快速路、主干路 | 次干路、支路 |
| 一般路段 | 0.70~1.10 | 0.50~0.90 |
| 特殊路段 | 0.80~1.20 | 0.60~1.00 |

注：1 对快速路和主干路特殊路段系指立交、平交或变速车道等处，对于次干路、支路特殊路段系指急弯、陡坡、交叉口或集镇附近；

2 年降雨量600mm以下的地区，表列数值可适当降低。

3.3施工与验收要求

**3.3.1**路面施工前技术准备工作应符合下列规定：

**1** 应对施工机械设备、器具及配套情况进行检查和校准。

**2** 对主要建筑材料、半成品、成品应进行验收和使用前复检。

**3** 应复核测量控制点，准确无误后方进行路面施工放样。

**4** 宜选择有代表性的长度不小于100m路段进行铺筑试验，量化施工技术参数。

**5** 遇冬期、雨期、施工工期受限等特殊情况，应编制专项施工方案，经审批后实施。

**3.3.2** 路面工程应按检验批、分项工程和分部工程进行验收，并应符合下列规定：

**1** 检验批质量合格应符合下列规定：

**1）**主控项目的质量应经抽样检验合格。

**2）**一般项目的质量应经抽样检验合格；当采用计数检验时，一般项目的合格点率应达到80%及以上，且不合格点的最大偏差值不得大于规定允许偏差值的1.5 倍。

**3）**具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

**2** 路面分项工程质量合格应符合下列规定：

**1）**分项工程所含检验批均应符合合格质量的规定。

**2）**分项工程所含检验批的质量验收记录应完整。

**3** 路面分部工程质量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验收合格。

**2）**质量控制资料应完整。

**3）**外观质量验收应符合验收相关要求。

# 4 垫层和基层

## 4.1一般规定

**4.1.1** 路面应铺筑于稳定、密实、均质路基上，并应符合下列规定：

**1** 路基应具有足够的强度、稳定性、抗变形能力和耐久性，路床顶面设计回弹模量值，对快速路和主干路不应小于30MPa；对次干路和支路不应小于20MPa。

**2** 应采取措施防止地表水和地下水的进入路基。

**3**  全透式路面中路基应满足浸水后承载力的要求和透水性要求，宜采用砂性土、中粗砂及砂砾石等透水性较好的材料，渗透系数不应小于10-3mm/s。

**4.1.2** 垫层应具有一定的强度和良好的水稳定性。

**4.1.3** 基层应具有足够的承载能力、抗疲劳开裂性能、耐久性和水稳定性，沥青结合料类和粒料类基层还应具有足够的抗永久变形能力。

## 4.2设计

**4.2.1** 垫层设计应符合下列规定：

**1** 遇下列情况之一时，应在基层下设置垫层：

**1**）季节性冰冻地区的中湿或潮湿路段。

**2**）地下水位高、排水不良，路基处于潮湿或过湿状态。

**3**）水文地质条件不良的土质路堑，路床土处于潮湿或过湿状态。

**2** 垫层宜采用砂、砂砾、碎石等颗粒材料。材料最大粒径不应超过结构层厚度的1/2，小于0.075mm的颗粒含量不宜大于5%。

**3** 排水垫层应与边缘排水系统相连接，厚度宜大于150mm，宽度不宜小于基层底面的宽度。

**4** 可在路基顶面设土工合成材料隔离层。

**4.2.2** 基层设计应符合下列规定：

**1** 基层根据结合材料类型可分为无机结合料稳定类、沥青结合料类、粒料类、水泥混凝土类4类。底基层材料可分为无机结合料稳定类和粒料类。

**2**  各类基层材料因根据交通荷载等级，结合当地的气候环境、水文状况、路基条件、施工水平等因素综合而定。各类基层和底基层材料的适用交通荷载等级和层位可按表4.2.2-1选用。不同材料基层和底基层最小厚度宜符合表4.2.2-2的规定。

表4.2.2-1 基层和底基层材料的适用交通荷载等级和层位

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 材料类型 | 适用交通荷载等级的层位 |
| 无机结合料  稳定类 | 水泥稳定级配碎石或砾石  水泥粉煤灰稳定级配碎石或砾石  石灰粉煤灰稳定级配碎石或砾石 | 各交通荷载等级的基层和底基层 |
| 水泥稳定土、石灰稳定土  石灰粉煤灰稳定土 | 轻交通荷载等级的基层  各交通荷载等级的底基层 |
| 粒料类 | 级配碎石 | 重及以下交通荷载等级的基层  各交通荷载等级的底基层 |
| 级配砾石  填隙碎石 | 中和轻交通荷载等级的基层  各交通荷载等级的底基层 |
|
|
| 沥青结合料类 | 密级配沥青碎石  半开级配沥青碎石  开级配沥青碎石 | 特重和重交通荷载等级的基层 |
| 沥青贯入碎石 | 重及以下交通荷载等级的基层 |
| 水泥混凝土 | 水泥混凝土或贫混凝土 | 特重交通荷载等级的基层 |

表4.2.2-2 基层和底基层最小厚度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料种类 | 不同材料公称最大粒径（mm） | 最小厚度（mm） |
| 密级配沥青碎石  半开级配沥青碎石  开级配沥青碎石 | 19.0 | 50 |
| 26.5 | 80 |
| 31.5 | 100 |
| 37.5 | 120 |
| 沥青贯入碎石 | — | 40 |
| 贫混凝土 | 31.5 | 120 |
| 无机结合料稳定类 | 19.0 | 150 |
| 26.5 |
| 31.5 |
| 37.5 |
| 53.0 | 180 |
| 级配碎石、级配砾石 | 26.5 | 100 |
| 31.5 |
| 37.5 |
| 53.0 | 120 |
| 填隙碎石 | 37.5 | 75 |
| 53.0 | 100 |
| 63.0 | 120 |

**3 当**采用无机结合料稳定类材料作为基层和底基层时，各类无机结合料材料的压实度和7d龄期无侧限抗压强度代表值应符合表4.2.2-3~表4.2.2-6的规定。

表4.2.2-3 水泥稳定类材料的压实度及7d龄期抗压强度

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 层位 | 稳定  类型 | 特重交通 | | 重、中交通 | | 轻交通 | |
| 压实度（%） | 抗压强度（MPa） | 压实度（%） | 抗压强度（MPa） | 压实度（%） | 抗压强度（MPa） |
| 基层 | 集料 | ≥98 | 4.0~6.0 | ≥98 | 3.0~4.0 | ≥97 | 2.5~3.5 |
| 细粒土 | — | — | — | — | ≥96 |
| 底基层 | 集料 | ≥97 | ≥2.5 | ≥97 | ≥2.0 | ≥96 | ≥1.5 |
| 细料土 | ≥96 | ≥96 | ≥95 |

表4.2.2-4 水泥粉煤灰稳定类材料的压实度及7d龄期抗压强度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 层位 | 类别 | 特重、重、中交通 | | 轻交通 | |
| 压实度（%） | 抗压强度（MPa） | 压实度（%） | 抗压强度（MPa） |
| 基层 | 集料 | ≥98 | 3.0~4.0 | ≥97 | 2.5~3.5 |
| 底基层 | 集料 | ≥97 | ≥1.5 | ≥96 | ≥1.0 |

表4.2.2-5 石灰粉煤灰稳定类材料的压实度及7d龄期抗压强度

| 层位 | 稳定类型 | 特重、重、中交通 | | 轻交通 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 压实度（%） | 抗压强度（MPa） | 压实度（%） | 抗压强度（MPa） |
| 基层 | 集料 | ≥98 | ≥0.8 | ≥97 | ≥0.7 |
| 细粒土 | — | — | ≥96 |
| 底基层 | 集料 | ≥97 | ≥0.6 | ≥96 | ≥0.5 |
| 细料土 | ≥96 | ≥95 |

表4.2.2-6石灰稳定类材料的压实度及7d龄期无侧限抗压强度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 层位 | 类别 | 重、中交通 | | 轻交通 | |
| 压实度  （%） | 抗压强度（MPa） | 压实度（%） | 抗压强度（MPa） |
| 基层 | 集料 | — | — | ≥97 | ≥0.8 |
| 细粒土 | — | ≥95 |
| 底基层 | 集料 | ≥97 | ≥0.8 | ≥96 | ≥0.7 |
| 细料土 | ≥95 | ≥95 |

注：1 在低塑性土（塑性指数小于10）地区．石灰稳定砂砾土和碎石土的7d龄期抗压强度应大于0.5MPa。

2 低限用于塑性指数小于10的土．高限用于塑性指数大于10的土。

3 次干路，压实机具有困难时压实度可降低1%。

**4**  沥青结合料类基层可用于特重或重交通荷载等级的沥青路面，沥青贯入碎石基层可用于中或轻交通荷载等级的沥青路面。密级配沥青稳定碎石（ATB）、半开级配沥青碎石（AM）和开级配沥青稳定碎石（ATPB）混合料配合比设计技术要求应符合本标准表5.2.4-3的规定。

**5** 级配碎石材料基层压实度应不低于99%，底基层压实度应不低于97%。

**6**  水泥混凝土类基层包括水泥混凝土和贫混凝土两类。水泥混凝土类基层可用于特重交通荷载等级沥青路面的基层。沥青路面水泥混凝土类基层应符合本标准表6.2.1-1的规定。贫混凝土基层材料的强度要求应符合表4.2.2-7的规定。

表4.2.2-7贫混凝土基层材料的强度要求（MPa）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 特重、重交通 | 中交通 |
| 28d龄期抗弯拉强度 | 2.5~3.5 | 2.0~3.0 |
| 28d龄期抗压强度 | 12.0~20.0 | 9.0~16.0 |
| 7d龄期抗压强度 | 9.0~15.0 | 7.0~12.0 |

**7** 再生沥青混合料和再生无机结合料稳定材料可用于各交通荷载等级的基层和底基层，厂拌热再生沥青混合料宜用于特重和重交通荷载等级的基层。热再生沥青混合料的技术要求应符合本标准第5.2.4条的相关规定。无机结合料稳定旧路面沥青混合料技术要求应符合表4.2.2-8的规定。乳化沥青和泡沫沥青的冷再生混合料应符合本标准第5.2.10条第5款的相关规定。

表4.2.2-8无机结合料稳定旧路面沥青混合料技术要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | | 水泥 | | 石灰 | |
| 特重、重 | 中、轻 | 重 | 中、轻 |
| 7d龄期抗压强度（MPa） | 基层 | 3.0~5.0 | 2.5~3.0 | — | ≥0.8 |
| 底基层 | 1.5~2.5 | 1.5~2.0 | ≥0.8 | 0.5~0.7 |

**8** 透水基层应设置在透水面层下，并应满足透水性能要求，透水基层可采用水泥或沥青处治的开级配碎石材料，也可采用未经结合料处治的级配碎石材料，并应符合下列规定：

**1**）集料应选用洁净、坚硬的碎石，其压碎值不得大于28%。最大公称粒径不得超过层厚的2/3。

**2**）水泥处治碎石集料的水泥用量不得少于160kg/m3，其7d浸水抗压强度不得低于3MPa。

**3**）多孔混凝土基层材料的强度要求应符合表4.2.2-9的规定。

表4.2.2-9多孔混凝土基层材料的强度要求（MPa）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 特重 | 重 |
| 7d龄期抗压强度 | 5.0~8.0 | 3.0~5.0 |
| 28d龄期抗弯拉强度 | 1.5~2.5 | 1.0~2.0 |

## 4.3施工

**4.3.1** 路面垫层摊铺均匀后，应碾压至符合设计要求。

**4.3.2** 无机结合料类稳定基层宜符合下列规定：

**1** 施工期的日最低气温应在5℃以上。石灰类稳定基层宜在冬期（平均气温连续5天低于5℃）开始前30d～45d完成施工；水泥类稳定基层宜在冬期（平均气温连续5天低于5℃）开始前15d～30d 完成施工。

**2** 混合料应由工厂集中拌制。石灰和水泥等无机结合料掺量应比室内试验确定的剂量多0.5%～1.0％。

**3**  当需用采用人工拌和石灰土或水泥土时，应将土、石灰或水泥按生产配合比进行掺配；同时作业人员应进行劳动保护，现场应采取防扬尘措施。

**4** 当采用摊铺机摊铺混合料需设施工缝时，应对施工缝进行处理。

**5** 石灰类混合料宜在当天碾压完成；水泥类混合料应在水泥初凝时间及容许延迟时间之前碾压成型。

**6** 基层碾压完成后应立即洒水或覆盖进行养生，直至上一层施工的前两天；也可采取喷洒沥青透层油进行养生，应及时撒嵌料。养生期间，应封闭交通，需通行的机动车辆应限重和限速，严禁履带车辆通行。

**4.3.3** 贫混凝土基层拌合、摊铺、碾压及养生应按本标准第4.3.2 条相关规定执行，并应在养生期的前3d～5d内完成切缝。

**4.3.4** 粒料类基层宜采用机械摊铺，混合料应均匀，且每层摊铺虚厚不宜超过300mm；碾压前应适量洒水；碾压时混合料表面应平整、坚实；未铺筑上层前，不得开放交通。

**4.3.5** 沥青结合料类基层施工应按本标准第5.4节有关规定执行。

## 4.4验收

**4.4.1** 砂砾垫层质量检验应符合表4.4.1的规定。

表4.4.1 砂砾垫层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 允许偏差（mm） | 检验频率 | | | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 | | |
| 1 | 主控项目 | 原材料 | 符合设计要求 | 按不同材料进场批次 | 每批检查 1 次 | | | 查检验报告 |
| 2 | 压实度 | 符合设计要求 | 1000m2 | 每压实层抽检1组 | | | 查检验报告 |
| 3 | 一般项目 | 宽度 | 符合设计要求 | 40m | 1 | | | 用钢尺量 |
| 4 | 厚度(mm) | 符合设计要求 | 200m | 路宽（m） | ＜9 | 2 | 用钢尺量 |
| 9～15 | 4 |
| ＞15 | 6 |

**4.4.2** 无机结合料类基层质量检验应符合表4.4.2的规定。

表4.4.2 无机结合料类基层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | | 允许偏差  （mm） | 检验频率 | | | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 | | |
| 1 | 主控  项  目 | 原材料 | | 符合设计要求 | 按不同材料进场批次 | 每批检查 1 次 | | | 查检验报告、复验 |
| 2 | 压实度 | | 符合设计要求 | 1000m2 | 每压实层抽检1组 | | | 查检验报告 |
| 3 | 7d无侧限  抗压强度 | | 符合设计要求 | 2000m2 | 抽检1组 | | | 现场取样 |
| 4 | 一般项  目 | 外观 | | 表面应平整、坚实、无骨料集中现象，无明显裂缝，接茬平顺 | | 全数检查 | | | 观察 |
| 5 | 中线(mm) | | ≤20 | 100m | 1 | | | 用经纬仪测量 |
| 6 | 纵断高程(mm) | 基层 | ±15 | 20m | 1 | | | 用水准仪测量 |
| 底基层 | ±20 |
| 7 | 平整度(mm) | 基层 | ≤10 | 20m | 路宽（m） | ＜9 | 1 | 用3m直尺和塞尺连续量两尺取较大值 |
| 底基层 | ≤15 | 9～15 | 2 |
| ＞15 | 3 |
| 8 | 宽度(mm) | | 符合设计要求 | 40m | 1 | | | 用钢尺量 |
| 9 | 横坡 | | ±0.3％且不反坡 | 20m | 路宽（m） | ＜9 | 2 | 用水准仪测量 |
| 9～15 | 4 |
| ＞15 | 6 |
| 10 | 厚度(mm) | | ±10 | 1000m2 | 1 | | | 用钢尺量 |

**4.4.3** 粒料类基层质量检验应符合表4.4.3的规定。

表4.4.3 粒料类基层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | | 允许偏差  （mm） | | 检验频率 | | | | | | 检验方法 |
| 范围 | | 点数 | | | |
| 1 | 主  控  项  目 | 集料及配合比 | | 符合设计要求 | | 按集料进场批次 | | 每批检查不得少于1次 | | | | 查检验报告 |
| 2 | 压实度 | | 符合设计要求 | | 1000m2 | | 每压实层抽检1组 | | | | 查检验报告 |
| 3 | 弯沉值 | | 符合设计要求 | | 每车道、每20m | | 1 | | | | 弯沉仪检测 |
| 4 | 一  般  项目 | 外观 | | 表面应平整、坚实、无粗细集料集中现象 | | | | | | 全数检查 | | 观察 |
| 5 | 中线(mm) | | ≤20 | | 100m | | 1 | | | | 用经纬仪测量 |
| 6 | 纵断高程(mm) | 基层 | ±15 | | 20m | | 1 | | | | 用水准仪测量 |
| 底基层 | ±20 | |
| 7 | 平整度(mm) | 基层 | ≤10 | | 20m | | 路宽（m） | ＜9 | | 1 | 用3m直尺和塞尺连续量两尺取较大值 |
| 底基层 | ≤15 | | 9～15 | | 2 |
| ＞15 | | 3 |
| 8 | 宽度(mm) | | 符合设计要求 | | 40m | 1 | | | | | 用钢尺量 |
| 9 | 横坡 | | ±0.3％且不反坡 | | 20m | | 路宽（m） | ＜9 | | 2 | 用水准仪测量 |
| 9～15 | | 4 |
| ＞15 | | 6 |
| 10 | 厚度(mm) | | 级配砂砾 | +20  -10 | 1000 m2 | | 1 | | | | 用钢尺量 |
| 级配砾石、级配砂砾石、级配碎石 | +20  -10％层厚 |

**4.4.4** 沥青碎石基层质量检验应符合表4.4.4的规定。

表4.4.4 沥青碎石基层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | | 允许偏差  （mm） | 检验频率 | | | | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 | | | |
| 1 | 主控  项目 | 原材料 | | 符合设计要求 | 按不同品种产品进场批次和  产品抽样检验方案确定 | | | | | 观察、查进场检验报告并进行复检 |
| 2 | 混合料 | 拌合及出厂温度 | 符合本标准第5.4.5条的相关规定 | 全数检查 | | | | | 查测温记录，现场检测温度 |
| 配合比 | 符合马歇尔试验的技术要求 | 每日、每品种抽检1次 | | | | | 现场取样 |
| 3 | 压实度 | | 符合设计要求 | 1000m2 | 每压实层抽检1组 | | | | 查试验记录 |
| 4 | 弯沉值 | | 符合设计要求 | 每车道、每20m | 1 | | | | 弯沉仪检测 |
| 5 | 一般  项  目 | 外观 | | 表面应平整、坚实、接缝紧密，无枯焦；无明显轮迹、油斑等现象，不得污染构筑物 | | | | 全数检查 | | 观察 |
| 6 | 中线(mm) | | ≤20 | 100m | 1 | | | | 用经纬仪测量 |
| 7 | 纵断高程(mm) | | ±15 | 20m | 1 | | | | 用水准仪测量 |
| 8 | 宽度(mm) | | 符合设计要求 | 40m | 1 | | | | 用钢尺量 |
| 9 | 平整度(mm) | | ≤10 | 20m | 路宽（m） | ＜9 | | 1 | 用3m直尺和塞尺连续量两尺取较大值 |
| 9～15 | | 2 |
| ＞15 | | 3 |
| 10 | 横坡 | | ±0.3％且不反坡 | 20m | 路宽（m） | ＜9 | | 2 | 用水准仪测量 |
| 9～15 | | 4 |
| ＞15 | | 6 |
| 11 | 厚度(mm) | | ±10 | 1000 m2 | 1 | | | | 用钢尺量 |

**4.4.5**  贫混凝土及混凝土基层质量检验应符合表4.4.5的规定。

表4.4.5 贫混凝土及混凝土基层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 允许偏差  （mm） | 检验频率 | | | | | | 检验方法 |
| 范围 | | 点数 | | | |
| 1 | 主控项目 | 水泥 | 水泥品种、级别、质量、包装、贮存，应符合国家现行有关标准的规定 | 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，袋装水泥不超过 200t 为一批，散装水泥不超过 500t 为一批，每批抽样 1 次。 | | | | | | 查产品合格证、出厂检验报告，进场复检 |
| 2 | 外加剂 | 质量应符合国家现行有关标准的规定 | 按进场批次和产品抽样检验方法确定。每批不少于 1 次。 | | | | | | 查产品合格证、出厂检验报告，进场复检 |
| 3 | 集料和水 | 质量应符合国家现行有关标准的规定 | 按集料进场批次，每批检查不得少于 1 次 | | | | | | 查检验报告 |
| 4 | 压实度 | 符合设计要求 | 1000m2 | 每压实层抽检1组 | | | | | 查检验报告 |
| 5 | 7d抗压强度 | 符合设计要求 | 2000m2 | 抽检1组 | | | | | 现场取样 |
| 6 | 厚度(mm) | ±10 | 1000 m2 | 1 | | | | | 查检验报告、复测 |
| 7 | 一  般  项  目 | 外观 | 表面应面平整、密实，边角应整齐、无裂缝 | | | | | 全数检查 | | 观察 |
| 8 | 中线(mm) | ≤20 | 100m | | 1 | | | | 用经纬仪测量 |
| 9 | 纵断高程(mm) | ±15 | 20m | | 1 | | | | 用水准仪测量 |
| 10 | 宽度(mm) | 符合设计要求 | 40m | | 1 | | | | 用钢尺量 |
| 11 | 平整度(mm) | ≤10 | 20m | | 路宽（m） | ＜9 | | 1 | 用3m直尺和塞尺连续量两尺取较大值 |
| 9～15 | | 2 |
| ＞15 | | 3 |
| 12 | 横坡 | ±0.3％且不反坡 | 20m | | 路宽（m） | ＜9 | | 2 | 用水准仪测量 |
| 9～15 | | 4 |
| ＞15 | | 6 |

注：混凝土基层对第4项不做要求。

# 5 沥青路面

## 5.1一般规定

**5.1.1** 沥青路面在设计工作年限内应具有足够的抗车辙、抗裂、抗疲劳的品质和良好的平整、抗滑、耐磨与低噪声性能等使用功能要求。

**5.1.2** 沥青路面设计应包括交通量预测与分析、材料选择、混合料配合比设计、设计参数的测试和确定、路面结构组合设计、厚度计算和路面排水系统设计。

**5.1.3** 沥青混合料路面不应在雨天、5级以上大风及环境最高温度低于5℃时进行施工。热拌、温拌沥青混合料路面应待摊铺层自然降温至表面温度低于50℃ 后， 方可开放交通。

## 5.2材料设计

**5.2.1** 沥青面层用沥青材料应采用道路石油沥青或其加工产品，沥青材料的选择应符合下列规定：

**1** 沥青材料类型应根据道路等级、气候条件、交通荷载等级、结构层位、功能要求和施工工艺等使用条件，可按表5.2.1-1选择。

表5.2.1-1 沥青材料的适用范围

| 沥青材料类型 | 道路使用条件 |
| --- | --- |
| 道路石油沥青 | 轻、中交通荷载道路的里沥青面层、重、特重交通的下面层沥青稳定碎石基层 |
| 改性沥青 | 特重交通、重交通、交叉口进口道、公交车专用道与停靠站、长大纵坡、气候条件严酷地区的沥青路面的上、中面层和表面层 |
| 乳化沥青 | 道路透层、粘层、稀浆封层、表面处治、冷拌沥青混合料与冷再生混合料 |
| 改性乳化沥青 | 交通量较大或重要道路沥青结构层的粘层、稀浆封层、桥面铺装的粘层、表面处治、冷拌沥青混合料、微表处等 |
| 液体石油沥青 | 透层、表面处治或冷拌沥青混合料 |
| 高粘度改性沥青 | 透水沥青混合料路面、钢桥面桥面铺装、应力吸收层 |
| 环氧沥青 | 钢桥面、水泥混凝土桥面防水粘结层和钢桥面铺装层 |
| 阻燃沥青 | 长大隧道铺装 |
| 彩色沥青 | 公交车专用道路、专用非机动车道以及有交通诱导和渠化要求路段的表面层 |
| 温拌沥青 | 道路沥青路面、桥梁桥面、隧道路面等 |
| 泡沫沥青 | 厂拌冷再生混合料、就地冷再生混合料 |

**2** 道路石油沥青质量，以及用于制作改性沥青、乳化沥青、改性乳化沥青、泡沫沥青的道路石油沥青质量应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40中的相关规定。

**3** 聚合物改性沥青、乳化沥青、改性乳化沥青和液体石油沥青的质量应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40中的相关规定。

**4** 高粘度改性沥青的质量应符合表5.2.1-2中的规定。

表5.2.1-2 高粘度改性沥青质量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 针入度 25℃ | 0.1mm | ≥40 | T 0604 |
| 软化点 | ℃ | ≥80 | T 0606 |
| 延度15℃ | cm | ≥80 | T 0605 |
| 延度5℃ | cm | ≥30 | T 0605 |
| 闪点 | ℃ | ≥260 | T 0611 |
| 60℃动力粘度 | Pa·s | ≥20000 | T 0620 |
| 粘韧性 | N·m | ≥20 | T 0624 |
| 韧性 | N·m | ≥15 | T 0624 |
| 薄膜加热质量损失 | % | ≤0.6 | T 0604 |
| 薄膜加热针入度比 | % | ≥65 | T 0610/T0609 |

注：表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

**5** 环氧沥青的质量应符合现行国家标准《道路与桥梁铺装用环氧沥青材料通用技术条件》GB/T 30598中的相关规定。

**6** 阻燃道路沥青的质量应符合现行行业标准《阻燃道路沥青》NB/SH/T 0820中的相关规定，路用阻燃改性沥青的质量应符合现行行业标准《路用阻燃改性沥青》NB/SH/T 0821中的相关规定。

**7** 普通彩色沥青的质量应符合表5.2.1-3的规定，特种彩色沥青的质量应符合表5.2.1-4的规定，彩色乳化沥青的质量应符合表5.2.1-5的规定，彩色雾封层材料的质量应符合表5.2.1-6的规定。

表5.2.1-3 普通彩色沥青技术要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | | | | 单位 | 沥青标号 | | | 试验  方法 |
| 50号 | 70号 | 90号 |
| 针入度（25℃，5s，100g） | | | | 0.1mm | 40～60 | 60～80 | 80～100 | T 0604 |
| 软化点（R&B） | | 非机动车道 | | ℃ | ≥ 49 | ≥46 | ≥45 | T 0606 |
| 机动车道 | | ≥55 | ≥54 | ≥52 |
| 延度 | | 15℃ | | cm | ≥100 | | | T 0605 |
| 10℃ | | ≥15 | ≥25 | ≥45 |
| 闪点 | | | | ℃ | ≥250 | ≥240 | ≥230 | T 0611 |
| 60℃动力粘度 | | 非机动车道 | | Pa·s | ≥180 | ≥160 | ≥140 | T 0620 |
| 机动车道 | | ≥220 | ≥200 | ≥180 |
| 135℃运动粘度 | | | | Pa·s | ≤3 | | | T 0625/  T 0619 |
| HV/C彩色标号 | | | |  | 实测 | | | GB/T 15608 |
| 密度( 15℃) | | | | g/cm3 | 实测记录 | | | T 0603 |
| TFOT（或RTFOT）后 | 质量损失 | | | % | ≤±1.2 | | |  |
| 残留针入度比 | | | % | ≥63 | ≥61 | ≥57 | T 0604 |
| 残留延度（15℃） | | | cm | ≥10 | ≥15 | ≥20 | T 0605 |
| 残留延度（10℃） | | 非机动车道 | cm | ≥2 | ≥4 | ≥6 |
| 机动车道 | ≥4 | ≥6 | ≥8 |
| 颜色 | | | — | 无明显变化 | | | GB/T 1722 |

注：表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

表5.2.1-4特种彩色沥青技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 针入度（25℃，5s，100g） | | 0.1mm | 30～60 | T 0604 |
| 软化点*T*R&B | | ℃ | ≥80 | T 0606 |
| 延度 5℃，5cm/min | | cm | ≥20 | T 0605 |
| 闪点 | | ℃ | ≥260 | T 0611 |
| 60℃动力粘度 | | Pa·s | ≥20000 | T 0620 |
| 运动粘度 135℃ | | Pa·s | ≤3 | T 0625/T 0619 |
| 弹性恢复25℃ | | % | ≥75 | T 0662 |
| HV/C彩色标号 | |  | 实测 | GB/T 15608 |
| 贮存稳定性离析，48h软化点差 | | ℃ | ≤2.5 | T 0661 |
| TFOT（或RTFOT）后残留物 | 质量变化 | % | ≤±1.2 | T 0610/T0609 |
| 针入度比 25℃ | % | ≥65 | T 0604 |
| 延度 5℃ | cm | ≥15 | T 0605 |
| 颜 色 | — | 无明显变化 | GB/T 1722 |

注：表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

表5.2.1-5彩色乳化沥青技术要求

| 技术指标 | | 单 位 | 技术要求（BCR） | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 破乳速度 | | — | 慢裂 | T 0658 |
| 电荷性质 | | — | （阳离子）正电荷 | T 0653 |
| 筛上剩余量（1.18mm筛） | | % | ≤0.1 | T 0652 |
| HV/C彩色标号 | |  | 实测 | GB/T 15608 |
| 粘度 | 恩格拉黏度*E*25 | — | 3～30 | T 0622 |
| 沥青标准黏度*C*25，3 | S | 12～60 | T 0621 |
| 蒸发  残留物 | 含量 | % | ≥60 | T 0651 |
| 针入度（100g，25℃，5s） | 0.1mm | 40～100 | T 0604 |
| 软化点 | ℃ | ≥55 | T 0606 |
| 延度（5℃） | cm | ≥20 | T 0605 |
| 储存稳定性 | 1d | % | ≤1 | T 0655 |
| 5d | % | ≤5 |

注：表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

表5.2.1-6彩色雾封层材料技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | | 单 位 | 技术要求 | 试验方法① |
| 破乳速度 | | — | 快裂 | T 0658 |
| 电荷性质 | | — | （阳离子）正电荷 | T 0653 |
| 筛上残留物（1.18mm筛） | | % | ≤0.1 | T 0652 |
| 颜色等级（铁钴法）② | | 档 | ≤15 | GB/T 1722 |
| 粘度 | 恩格拉黏度*E*25 | — | 2～10 | T 0622 |
| 道路标准粘度计*C*25，3 | S | 10～25 | T 0621 |
| 蒸发  残留物 | 残留分含量 | % | ≥50 | T 0651 |
| 针入度（100g，25℃，5s） | 0.1mm | 50～200 | T 0604 |
| 延度（15℃） | cm | ≥40 | T 0605 |
| 储存稳定性 | 1d | % | ≤1 | T 0655 |
| 5d | % | ≤5 |

注：表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

**8** 温拌沥青的质量应符合现行行业标准《温拌沥青 表面活性剂类》NB/SH/T 0932中的规定。

**9** 厂拌冷再生、现场冷再生用泡沫沥青膨胀率不应小于15%，半衰期不应小于10s，并应随制随用。厂拌冷再生宜采用慢裂型阳离子乳化沥青；就地冷再生、全深式冷再生宜采用中裂型或慢裂型阳离子乳化沥青。乳化沥青使用时的温度不宜高于60℃。

**5.2.2** 沥青面层用集料、填料的质量应符合下列规定：

**1** 粗集料可选用碎石或轧制的碎砾石，支路可选用经筛选的砾石，沥青混合料用粗集料技术要求应符合表5.2.2-1的规定；各级道路沥青表面层所用粗集料磨光值应符合表5.2.2-2的技术要求；对年平均降雨量在1000mm以上地区的快速路和主干路，表面层所用粗集料与沥青的粘附性应达到5级，其他情况粘附性不宜低于4级。

表5.2.2-1 沥青混合料用粗集料技术要求

| 指标 | 单位 | 城市快速路、主干道 | | 其他等级道路 | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表面层 | 其他层次 |
| 石料压碎值 | % | ≤26 | ≤28 | ≤30 | T 0316 |
| 洛杉矶磨耗损失 | % | ≤28 | ≤30 | ≤35 | T 0317 |
| 表观相对密度 | — | ≥2.60 | ≥2.50 | ≥2.45 | T 0304 |
| 吸水率 | % | ≤2.0 | ≤3.0 | ≤3.0 | T 0304 |
| 坚固性 | % | ≤12 | ≤12 | — | T 0314 |
|  | | | | | |
| 针片状颗粒含量（混合料） | % | ≤15 | ≤18 | ≤20 | T 0312 |
| 其中粒径大于9.5mm | % | ≤12 | ≤15 | — |
| 其中粒径小于9.5mm | % | ≤18 | ≤20 | — |
| 水洗法<0.075mm颗粒含量 | % | ≤1 | ≤1 | ≤1 | T 0310 |
| 软石含量 | % | ≤3 | ≤5 | ≤5 | T 0320 |

注：1 坚固性试验可根据需要进行。

2 用于城市快速路、主干路时，多孔玄武岩的视密度可放宽至2.45t/m3，吸水率可放宽至3%，但不得用于SMA路面。

3 对于3~5规格的粗集料，针片状颗粒含量可不大于要求，小于0.075mm含量可放宽至3%。

4 TXXXX为现行行业标准《公路工程集料试验规程》（JTG E42）的试验方法。

表5.2.2-2 各级道路沥青表面层所用粗集料磨光值的技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 年降雨量（mm） | 下列道路等级的集料磨光值（PSV） | | |
| 快速路与主干路 | 次干路 | 支路 |
| ＞1000 | ＞42 | ＞40 | ＞38 |
| 500~1000 | ＞40 | ＞38 | ＞36 |
| 250~500 | ＞38 | ＞36 | － |
| ＜250 | ＞36 | － | － |

**2** 细集料可选用机制砂、天然砂、石屑，细集料技术要求应符合表5.2.2-3的规定。天然砂宜采用河砂或海砂，当使用山砂时应经过清洗，天然砂宜选用中砂、粗砂；AC混合料中天然砂用量不宜超过集料总量的20%，SMA混合料、OGFC混合料中不宜使用天然砂。

表5.2.2-3细集料技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 城市快速路、主干路 | 其他等级道路 | 试验方法 |
| 表观相对密度 | — | ≥2.50 | ≥2.45 | T 0328 |
| 坚固性（>0.3mm部分） | % | ≥12 | — | T 0340 |
| 含泥量（小于0.075mm部分） | % | ≤3 | ≤5 | T 0333 |
| 砂当量 | % | ≥60 | ≥50 | T 0334 |
| 亚甲蓝值 | g/kg | ≤25 | — | T 0346 |
| 棱角性（流动时间） | s | ≥30 | — | T 0345 |

注：1 坚固性试验可根据需要进行。

2 TXXXX为现行行业标准《公路工程集料试验规程》（JTG E42）的试验方法。

**3** 填料应采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉，矿粉技术要求应符合表5.2.2-4规定。当采用其他材料作为填料时，应符合下列规定：

**1**）拌合厂回收粉尘的用量不得超过填料总量的25%。

**2**）粉煤灰烧失量应小于12%，用量不得超过填料总量的50%，城市快速路、主干路不宜采用粉煤灰作填料。

**3**）生石灰粉、消石灰粉或水泥作为填料时，其用量宜为矿料总量的1%~2%。

表5.2.2-4矿粉技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 城市快速路、主干路 | 其他等级道路 | 试验方法 |
| 表观相对密度 | t/m3 | ≥2.50 | ≥2.45 | T 0352 |
| 含水量 | % | ≥1 | ≥1 | T 0103烘干法 |
| 粒度范围<0.6mm | % | 100 | 20 | T 0351 |
| <0.15mm | % | 90~100 | 90~100 |
| <0.075mm | % | 75~100 | 70~100 |
| 外观 | % | 无团粒结块 | | — |
| 亲水系数 | — | <1 | | T 0353 |
| 塑性指数 | % | <4 | | T 0354 |
| 加热安定性 | - | 实测记录 | | T 0355 |

注：TXXXX为现行行业标准《公路工程集料试验规程》（JTG E42）的试验方法。

**5.2.3** 沥青混合料用各类外加剂应符合下列规定：

**1** 用于沥青混合料中的纤维稳定剂宜选用木质素纤维、矿物纤维等，技术要求应符合现行产品标准《沥青路面用纤维》（JT/T 533）的相关规定。

**2** 抗车辙沥青混合料的抗车辙添加剂的技术要求应符合现行产品标准《沥青混合料改性添加剂 第1部分：抗车辙剂》JT/T 860.1的相关规定。抗车辙添加剂的掺量应通过试验验证后确定，且抗车辙沥青混合料的性能应满足设计要求。

**3**温拌沥青混合料中的温拌剂技术性能应符合表5.2.3-1的规定。温拌剂品种与掺量应通过试验验证后确定，掺入温拌剂后沥青混合料的拌合碾压温度应比同类热拌沥青混合料相应降低30℃以上，且性能达到同类热拌沥青混合料的技术要求。

表5.2.3-1 温拌剂技术性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 温拌添加剂类型 | 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 表面活性型 | pH值，25℃ |  | 9.5±1.0 | GB/T 6368 |
| 胺值 | g/mg | 400～560 | GB/T 6365 |
| 有机降粘型 | 闪点 | ℃ | ≥250 | GB/T 21775 |
| 熔点 | ℃ | 90～110 | GB/T 617 |
| 密度 | g/cm3 | 0.85～1.05 | GB/T 1033.1 |
| 矿物发泡型 | 含水量 | % | ≥18 | GB/T 1768 |
| pH值 |  | 7～12 | GB/T 6368 |
| 密度 | g/mL | ≤0.8 | GB/T 13173 |

**4** 橡胶沥青的废旧橡胶粉应采用常温磨碎或粒化方法制成橡胶颗粒碎屑。橡胶粉应干燥，与高温沥青搅拌时不应产生泡沫。用于道路面层和应力吸收防水粘结层的硫化橡胶粉的技术指标符合表5.2.3-2的规定。用于沥青-橡胶中的橡胶粉粒径与级配范围应符合表5.2.3-3的规定。

表5.2.3-2 硫化橡胶粉技术指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | | 试验方法 |
| C11 | C22 |
| 加热减量 | % | ≤1.0 | ≤1.0 | GB/T 19208 |
| 丙酮抽提物 | % | ≤8 | ≤10 | GB/T 3516 |
| 灰分 | % | ≤6 | ≤7 | GB/T 4498 |
| 炭黑含量 | % | ≥28 | ≥28 | GB/T 14837 |
| 橡胶烃含量 | % | ≥48 | ≥48 | GB/T 14837 |
| 铁含量 | % | ≤0.03 | ≤0.02 | GB/T 19208 |
| 纤维含量 | % | ≤0 | ≤0.5 | GB/T 19208 |

注：1全钢子午线轮胎；

2其他轮胎。

表5.2.3-3橡胶粉粒径与级配范围

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 用途 | 下列筛孔的质量通过百分率（%）0.075 | | | | | |
| 2.00 | 1.18 | 0.60 | 0.30 | 0.15 | 0.075 |
| 热拌沥青混合料 | 98~100 | 45~100 | 20~100 | 0~45 | 0~10 | 0~5 |
| 表面处治与碎石封层 | 100 | 95~100 | 35~85 | 10~30 | 0~4 | 0~1 |

**5** 彩色沥青路面中的颜料宜选用无机颜料，质量应符合表5.2.3-4的规定，且应在长期日光照射下不易褪色、不分解、不溶于水，易在彩色沥青胶结料中分散，施工温度范围不反应，具有优良的耐候性。

表5.2.3-4颜料的质量要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 外观 | — | 粉末 | — |
| 色光 | — | 近似～微似 | — |
| 水溶物含量 | % | ≤1.0 | GB/T 5211.1 |
| 着色率 |  | 98～102 | GB/T 5211.1 |
| 吸油量 | % | ≤22 | GB/T 5211.1 |
| 0.075mm筛孔的筛余量 | % | ≤0.1 | — |
| 耐光性 | 级 | ≥7 | GB/T 5211.1 |

**6**热拌再生沥青混合料中的再生剂质量宜符合现行行业标准《公路沥青路面再生技术规范》JTG F41中的相关规定。再生剂的品种及掺量，应根据当期气候分区、旧沥青老化程度、沥青含量、回收沥青路面材料（RAP）掺配比例、再生剂与沥青的配伍性综合确定。

**7** 水泥作为再生结合料或者活性添加剂时，可采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥，不应使用快硬水泥、早强水泥。水泥强度等级可为32.5 或42.5，初凝时间应大于3h，终凝时间应大于6h，且应小于10h。

**5.2.4** 热拌沥青混合料设计时应符合下列规定：

**1** 应根据使用要求、气候特点、交通荷载与结构层功能要求等因素，结合沥青层厚度和当地经验，合理地选择各结构层的沥青混合料类型，表面层宜选用SMA、AC-C和OGFC沥青混合料。沥青混合料的矿料级配宜根据本标准附录B表B.0.1或实践经验确定。密级配沥青混合料（AC）宜根据道路等级、气候和交通条件按表5.2.4-1选择粗型（C型）和细型（F型）混合料。

表5.2.4-1 粗型和细型密级配沥青混凝土的关键性筛孔通过率

| 混合料  类型 | 用以分类的  关键性筛孔(mm) | 粗型密级配（C型） | | 细型密级配（F型） | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 代号 | 关键性筛孔通过率(%) | 代号 | 关键性筛孔通过率(%) |
| AC-10 | 2.36 | AC-10C | <45 | AC-10F | >45 |
| AC-13 | 2.36 | AC-13C | <40 | AC-13F | >40 |
| AC-16 | 2.36 | AC-16C | <38 | AC-16F | >38 |
| AC-20 | 4.75 | AC-20C | <45 | AC-20F | >45 |
| AC-25 | 4.75 | AC-25C | <40 | AC-25F | >40 |

**2** 表面层沥青混合料的公称最大粒径不宜大于16mm，中面层和下面层沥青混合料不宜小于16mm，基层沥青碎石不宜小于26.5mm。

**3** 采用马歇尔试验法进行热拌沥青混合料的配合比设计，应选用实体工程材料进行设计，配合比设计要求应符合表5.2.4-2~5.2.4-4的规定。

表5.2.4-2密级配沥青混凝土混合料马歇尔技术要求

| 技术指标 | | | 单位 | 快速路、主干路 | | | | 其他等级道路 | 人行道路 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 夏炎热区（1-1、1-2、1-3、1-4区） | | 夏热及夏凉区（2-1、2-2、2-3、2-4、3-2区） | |
| 中轻交通 | 重载交通 | 中轻交通 | 重载交通 |
| 击实次数（双面） | | | 次 | 75 | | | | 50 | 50 |
| 试件尺寸 | | | mm | Φ101.6mm×63.5mm | | | | | |
| 空隙率VV | 深约90mm以内 | | % | 3~5 | 4~6 | 2~4 | 3~5 | 3~6 | 2~4 |
| 深约90mm以下 | | % | 3~6 | | 2~4 | 3~6 | 3~6 | — |
| 稳定度MS不小于 | | | KN | 8 | | | | 5 | 3 |
| 流值FL | | | mm | 2~4 | 1.5~4 | 2~4.5 | 2~4 | 2~4.5 | 2~5 |
| 矿料间隙率VMA（%），不小于 | | 设计空隙率（%） | 相应于以下公称最大粒径（mm）的最小VMA及VFA技术要求（%） | | | | | | |
| 26.5 | | 19 | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 |
| 2 | 10 | | 11 | 11.5 | 12 | 13 | 15 |
| 3 | 11 | | 12 | 12.5 | 13 | 14 | 16 |
| 4 | 12 | | 13 | 13.5 | 14 | 15 | 17 |
| 5 | 13 | | 14 | 14.5 | 15 | 16 | 18 |
| 6 | 14 | | 15 | 15.5 | 16 | 17 | 19 |
| 沥青饱和度VFA（%） | | | 55~70 | | 65~75 | | | 70~85 | |

注：1本表适用于最大粒径26.5mm的密级配沥青混凝土混合料。

2对空隙率大于5%的夏炎热区重载交通路段，施工时就至少埋设压实度1个百分点。

3当设计的空隙率不是整数时，由内插法确定要求的VMA最小值。

4对改性沥青混合料，马歇尔试验的流值可适当放宽。

表5.2.4-3沥青稳定碎石混合料马歇尔试验配合比设计技术要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 密级配基层（ATB） | | 半开级配面层（AM） | 开级配磨耗层（OGFC） | 排水式开级配基层（ATPB） |
| 公称最大粒径 | mm | 26.5mm | ≥31.5mm | ≥26.5mm | ≥26.5mm | 所有尺寸 |
| 马歇尔试件尺寸 | mm | Φ101.6mm×63.5mm | Φ101.6mm×63.5mm | Φ101.6mm×63.5mm | Φ101.6mm×63.5mm | Φ101.6mm×63.5mm |
| 击实次数（双面） | 次 | 75 | 112 | 50 | 50 | 75 |
| 空隙率 | % | 3~6 | | 6~10 | ≥18 | ≥18 |
| 稳定度 | kN | ≥7.5 | ≥15 | ≥3.5 | ≥3.5 | — |
| 流值FL | mm | 1.5~4.0 | 实测 | — | — | — |
| 沥青饱和度VFA | % | 55~70 | | 40~70 | — | — |
| 密级配基层ATB的矿料间隙率VMA（%） | | 设计空隙率 | | ATB-40 | ATB-30 | ATB-25 |
| 4 | | ≥11 | ≥11.5 | ≥12 |
| 5 | | ≥12 | ≥12.5 | ≥13 |
| 6 | | ≥13 | ≥13.5 | ≥14 |

注：干旱地区，可将密级配沥青稳定碎石基层的空隙率适当放宽至8%。

表5.2.4-4 SMA混合料马歇尔试验配合比设计技术要求

| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不使用改性沥青 | 使用改性沥青 |
| 马歇尔试件尺寸 | mm | Φ101.6mm×63.5mm | | T 0702 |
| 马歇尔击实次数1 | — | 两面击实50次 | | T 0702 |
| 空隙率VV2 | % | 3~4 | | T 0705 |
| 矿料间隙率VMA2，不小于 | % | 17.0 | | T 0705 |
| 粗集料骨架间隙率VCAmix3，不大于 | — | VCADRC | | T 0705 |
| 沥青饱和度VFA | % | 75~85 | | T 0705 |
| 稳定度4，不小于 | KN | 5.5 | 6.0 | T 0709 |
| 流值 | mm | 2~5 | — | T 0709 |
| 谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失 | % | ≤0.2 | ≤0.1 | T 0732 |
| 肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验 | % | ≤20 | ≤15 | T 0733 |

注：1. 对集料坚硬不易击碎，通行重载交通的路段，也可将击实次数增加为双面75次。

2. 对高温稳定性要求较高的重交通路段或火热地区，设计空隙率允许放宽到4.5%，VMA允许放宽至16.5%（SMA-16）或16%（SMA-19），VFA允许放宽至70%。

3. 试验粗集料骨架间隙率VCA的关键性筛孔，对于SMA-19、SMA-16是指4.75mm，对于SMA-13、 SMA-10是指2.36mm。

4. 稳定度难以达到要求时，容许放宽至5.0kN（非改性）或5.5kN（改性），但动稳定度检测必须合格。

5.表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

**5.2.5**  热拌沥青混合料的技术性能应符合下列规定：

**1** 高温稳定性应采用车辙试验进行评价，应符合表5.2.5-1的规定。对交叉口路段和长大陡纵坡路段的沥青混合料，应提高一个交通等级进行设计。

表5.2.5-1热拌沥青混合料动稳定度技术要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 交通等级 | 结构层位 | 相应于下列气候分区要求的动稳定度（次/mm） | | | |
| 1-1、1-2、1-3、1-4 | 2-1 | 2-2、2-3、2-4 | 3-2 |
| 轻、中 | 上 | ≥1500 | ≥800 | ≥1000 | ≥800 |
| 中、下 | ≥1000 | ≥800 | ≥800 | ≥800 |
| 重 | 上、中 | ≥3000 | ≥2000 | ≥2500 | ≥1500 |
| 下 | ≥1200 | ≥800 | ≥800 | ≥800 |
| 特重 | 上、中 | ≥5000 | ≥3000 | ≥4000 | ≥2000 |
| 下 | ≥1500 | ≥1000 | ≥1500 | ≥800 |

**2** 水稳定性采用浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验进行检验，应符合表5.2.4-2的规定。当需要提高沥青混合料的水稳定性时，可采取掺入消石灰、水泥或抗剥落剂，或更换集料等措施。

表5.2.5-2 热拌沥青混合料水稳定性技术要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 混合料类型 | 相应于下列气候分区的技术要求 (%) | | | | 试验  方法 |
| >1000 | 500～1000 | 250～500 | <250 |
| 潮湿区 | 湿润区 | 半干区 | 干旱区 |
| 浸水马歇尔试验残留稳定度 | 普通沥青混合料 | ≥80 | | ≥75 | | T 0709 |
| 改性沥青混合料 | ≥85 | | ≥80 | |
| 冻融劈裂试验的残留强度比 | 普通沥青混合料 | ≥75 | | ≥70 | | T 0729 |
| 改性沥青混合料 | ≥80 | | ≥75 | |

注：表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

**3** 季节性冻土地区城市快速路和主干路表面层沥青的低温性能宜符合下列规定：

**1**）应分析连续10年年最低气温平均值，作为路面低温设计温度。路面低温设计温度提高10℃的试验条件下，沥青弯曲梁流变试验蠕变劲度*S*1不宜大于300MPa，且蠕变曲线斜率m不宜小于0.30。

**2**）当蠕变劲度*S*1在300 MPa ~600MPa 范围内，且蠕变曲线斜率m大于0.30 时，应增加沥青直接拉伸试验，其断裂应变不宜小于1%。

**4** 对次干路及以上道路公称最大粒径不大于19.0mm 的沥青混合料，宜在温度为-10℃、加载速率为50mm/min 条件下进行小梁弯曲试验。沥青混合料的破坏应变宜符合表5.2.5-3 的规定。

表5.2.5-3 沥青混合料低温弯曲试验破坏应变技术要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气候条件与技术指标 | 相应于下列气候分区所要求的破坏应变（με） | | | | | | | | | 试验  方法 |
| 年极端最低气温(℃)  及气候分区 | ＜-37.0 | | -21.5～-37.0 | | | -9.0～-21.5 | | ＞-9.0 | |
| 冬严寒区 | | 冬寒区 | | | 冬冷区 | | 冬温区 | |
| 1-1 | 2-1 | 1-2 | 2-2 | 3-2 | 1-3 | 2-3 | 1-4 | 2-4 |
| 普通沥青混合料 | ≥2600 | | ≥2300 | | | ≥2000 | | | | T 0728 |
| 改性沥青混合料 | ≥3000 | | ≥2800 | | | 2500 | | | |

注：表中T0728为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

**5** 车辙试件宜利用轮碾机成型脱模架起进行渗水试验，并应符合表5.2.5-4的规定。

表5.2.5-4 沥青混合料渗水系数技术要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 级配类型 | 渗水系数要求(ml/min) | 试验方法 |
| 密级配沥青混凝土 | ≤120 |
| SMA混合料 | ≤80 | T 0730 |
| OGFC混合料 | ≥800 |

注：表中T0730为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

**5.2.6** 抗车辙沥青混凝土可采用马歇尔方法进行配合比设计，并应符合下列规定：

**1** 抗车辙沥青混凝土高温稳定性应符合表5.2.6-1的规定。

表5.2.6-1 抗车辙沥青混凝土高温稳定性技术要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气候条件与技术指标 | 相应于下列气候分区所要求的动稳定度(次/mm) | | | | | | | | |
| 七月平均最高气温(℃)及气候分区 | ＞30 | | | | 20～30 | | | ＜20 | |
| 1.夏炎热区 | | | | 2.夏热区 | | | 3.夏凉区 | |
| 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 3-2 |
| 技术要求 | ≥4000 | | ≥4800 | | ≥3200 | ≥4000 | | ≥3200 | |

**2** 抗车辙沥青混凝土的水稳定性应符合本标准表5.2.5-2的普通热拌沥青混合料的技术要求。

**3** 抗车辙沥青混凝土的低温抗裂性能应符合表5.2.6-2的规定。

表5.2.6-2 抗车辙沥青混凝土低温抗裂性技术要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气候条件与技术指标 | 相应于下列气候分区所要求的破坏应变（μm） | | | | | | |
| 年极端最低气温(℃)及气候分区 | <-37.0 | | -21.5～-37.0 | | -9.0～-21.5 | | |
| 冬严寒区 | | 冬寒区 | | 冬冷区 | | |
| 1-1 | 2-1 | 1-2 | 2-2 | 3-2 | 1-3 | 2-3 |
| 技术要求 | ≥2600 | | ≥2300 | | ≥2000 | | |

**5.2.7** 橡胶沥青混合料采用马歇尔试验方法进行配合比设计，并应符合下列规定：

**1** 橡胶沥青混合料类型和矿料级配范围可根据本标准附录B表B.0.1中确定。

**2** 橡胶沥青混合料配合比应符合表5.2.7-1的规定。

表5.2.7-1 橡胶沥青混合料配合比

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 橡胶沥青混合料的技术要求 | | | | | 试验方法 |
| 连续密级配 | SMA | S级配 | 骨架密实 | 骨架空隙 |
| 稳定度 | kN | ≥8 | ≥6 | 实测 | — | 实测 | T 0719 |
| 流值 | mm | 2~5 | — | 实测 | — | — | T 0719 |
| 空隙率 | % | 4~6 | 3~4 | 4~6 | 4~5 | 18~23 | T 0708 |
| 沥青饱和度 | % | 65~75 | 75~85 | — | — | — | T 0708 |
| 矿料间隙率 | % | 同AC | ≥17 | ≥18 | ≥18 | — | T 0708 |
| 粗集料骨架间隙率 | % | — | ≤VCADRC | — | — | — |  |
| 析漏损失 | % | — | ≤0.1 | — | — | ≤0.3 | T 0732 |
| 飞散损失 | % | — | ≤15 | — | — | ≤20 | T 0733 |

注：表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

**3** 橡胶改性沥青混合料和橡胶沥青混合料低温抗裂性应符合表5.2.7-2和表5.2.7-3的规定。

表5.2.7-2 橡胶改性沥青混合料的技术要求

| 技术指标 | 单位 | 下列橡胶沥青混合料的技术要求 | | | | | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 连续密级配 | SMA | S级配 | 骨架密实 | 骨架空隙 |
| 车辙试验 | 次/mm | ≥3000 | | | | — | T 0719 |
| 残留稳定度 | % | ≥85 | | | | | T 0709 |
| 冻融劈裂强度比 | % | ≥80 | | | | | T 0729 |
| 渗水系数 | mL/min | ≤120 | ≤80 | ≤60 | ≤80 | 实测 | T 0730 |

注：1.车辙试件的空隙率应控制在设计空隙率±1%。

2. 表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

表5.2.7-3 橡胶沥青混合料低温抗裂性技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 气候条件与技术指标 | 相应于下列气候分区所要求的破坏应变（μm） | | |
| 按最低月平均气温确定的气候分区 | 寒区＜-10℃ | 温区-10℃~0℃ | 热区＞0℃ |
| 技术要求 | ≥3000 | ≥2800 | ≥2500 |

**5.2.8** 透水沥青混合料设计应符合下列规定：

**1** 应采用高黏度改性沥青作为结合料，高粘度沥青的质量应符合本标准表5.2.1-2的规定。

**2**  透水沥青混合料的设计级配范围可按本标准附录B表B.0.1中的OGFC 混合料确定。

**3**  透水沥青混合料的技术要求应符合表5.2.8的规定。

表5.2.8透水沥青混合料的技术要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | | | 技术要求 | | 试验方法 |
| 透水沥青混合料 | 大粒径透水沥青混合料 |
| 马歇尔试验 | 试件尺寸 | 单位 | 标准 | 大马歇尔试件 |
| 击实次数（双面） | 次 | 50 | 112 | T 0702 |
| 空隙率 | % | 18～25 | 13~18 | T 0708 |
| 连通空隙率 | % | ≥14 | — |  |
| 马歇尔稳定度 | kN | ≥5 | — | T 0709 |
| 流值 | mm | 2～4 | — | T 0709 |
| 析漏损失 | | % | ＜0.3 | ＜0.2 | T 0732 |
| 飞散损失 | | % | ＜15 | ＜20 | T 0733 |
| 渗透系数 | | mL/15s | 800 | — |  |
| 动稳定度 | | 次/mm | ≥3500 | ≥3600① | T 0719 |
| 冻融劈裂强度比 | | % | ≥85 | — | T 0729 |

注：1 用于动稳定度测试的车辙试件厚度为80mm。

2表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

**5.2.9** 稀浆罩面混合料设计应符合下列规定：

**1** 稀浆罩面分为微表处和稀浆封层，矿料级配组成应符合本标准附录B表B.0.2的相关规定。

**2** 微表处混合料和稀浆封层混合料的技术要求应符合表5.2.9的规定。

表5.2.9 微表处混合料和稀浆封层混合料技术要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | | 单位 | 微表处 | 稀浆封层 | | 试验方法 |
| 快开放交通型 | 慢开放交通型 |
| 可拌和时间（25℃） | | s | ＞120 | ＞120 | ＞120 | T 0757 |
| 粘聚力试验 | 初凝时间（30min） | N·m | ＞1.2 | ＞1.2 | — | T 0754 |
| 开放交通时间（60min） | N·m | ＞2.0 | ＞2.0 | — |
| 负荷轮碾  试验LWT | 粘附砂量 | g/m2 | ＜450 | ＜450 | — | T 0755 |
| 轮迹宽度变化量 | % | ＜5 | — | |
| 湿轮磨耗  试验 | 磨耗值（浸水1h） | g/m2 | ＜540 | ＜800 | | T 0752 |
| 磨耗值（浸水6h） | g/m2 | ＜800 | — | |
| 配伍性等级值 | |  | ＞11 | — | | T 0758 |

注：表中TXXXX为现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的试验方法。

**5.2.10** 再生混合料设计应在对沥青路面回收料RAP检测分析的基础上进行，并应符合下列规定：

**1** 对于热再生混合料，应以RAP中矿料与新矿料的合成级配作为矿料级配设计依据；对于冷再生混合料，应以RAP级配与新矿料的合成级配作为矿料级配的设计依据。

**2** 厂拌热再生和就地热再生混合料的类型和工程设计级配范围的确定、混合料的技术要求应符合本标准第5.2.4条中同类型热拌沥青混合料的相关规定。

**3** 乳化沥青再生混合料和泡沫沥青再生混合料的工程设计级配范围可按本标准附录B表B.0.3和表B.0.4确定。

**4** 乳化沥青冷再生混合料的配合比设计应符合表5.2.10-1的规定，泡沫沥青冷再生混合料的配合比设计应符合表5.2.10-2的规定。

表5.2.10-1 乳化沥青冷再生混合料配合比设计要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | | | 技术要求 | |
| 马歇尔试件尺寸（mm） | | 中、细粒式 | Φ101.6×63.5 | |
| 粗粒式 | Φ152.4×95.3 | |
| 马歇尔试件双面击实次数（次） | | 中、细粒式 | 50+25 | |
| 粗粒式 | 75+37 | |
| 空隙率（%） | | | 8~13 | |
| 劈裂强度试验 | 15℃劈裂试验强度（MPa） | 层位 | 重及以上交通荷载等级 | 其他交通荷载等级 |
| 面层 | ≥0.60 | ≥0.50 |
| 基层及以下层位 | ≥0.50 | ≥0.40 |
| 干湿劈裂强度比（%） | | ≥80 | ≥75 |
| 冻融劈裂强度比TSR（%） | | | ≥75 | ≥70 |
| 60℃动稳定度（次/mm） | | | ≥2000（中、下面层） | — |

表5.2.10-2泡沫沥青冷再生混合料配合比设计要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | | | 技术要求 | |
| 马歇尔试件尺寸（mm） | | 中、细粒式 | Φ101.6×63.5 | |
| 粗粒式 | Φ152.4×95.3 | |
| 马歇尔试件双面击实次数（次） | | 中、细粒式 | 75 | |
| 粗粒式 | 112 | |
| 劈裂强度试验 | 15℃劈裂试验强度（MPa） | 层位 | 重及以上交通荷载等级 | 其他交通荷载等级 |
| 面层 | ≥0.60 | ≥0.50 |
| 基层及以下层位 | ≥0.50 | ≥0.40 |
| 干湿劈裂强度比（%） | | ≥80 | ≥75 |
| 冻融劈裂强度比TSR（%） | | | ≥75 | ≥70 |
| 60℃动稳定度（次/mm） | | | ≥2000（中、下面层） | — |

**5.2.11** 温拌沥青混合料、彩色沥青混合料设计和性能要求宜符合本标准第5.2.4条对应类型热拌沥青混合料的相关规定。

## 5.3结构设计

**5.3.1** 沥青面层各层的混合料类型应与交通荷载等级以及使用要求相适应，并应符合下列规定：

**1** 沥青面层结构可分为单层式、双层式和三层式，单层式面层应加铺封层，或者铺筑微表处作为抗滑磨耗层，双层式沥青面层结构分为表面层与下面层， 三层式沥青面层结构分为表面层、中面层与下面层。

**2** 表面层应选用优质混合料铺设，并根据道路交通荷载等级选择，并宜符合下列规定：

**1**）轻交通道路，宜选用密级配细型AC-F混合料。

**2**）中交通道路，宜选用密级配粗型AC-C混合料。

**3**）特重交通和重交通道路，应选用SMA混合料或密级配粗型AC-C混合料，结合料应使用改性沥青。

**4**）支路可选用沥青表面处治、沥青封层或沥青贯入式。

**5**）交通量小的支路可选用冷拌沥青混合料。

**3** 中面层和下面层宜采用密级配AC混合料。特重和重交通荷载等级道路中面层宜采用SMA混合料、改性沥青混合料或抗车辙沥青混合料。

**4**  对需要减小降雨时路表径流量和降低道路两侧噪声的新建、改建城市高架快速路及其他等级道路，宜选用表层排水式沥青路面；对需要缓解暴雨时城市排水系统负担的各类新建、改建道路，宜选用半透式沥青路面；公共停车场、城市广场和轻型荷载道路，可选用全透式沥青路面。

**5** 公交车专用道路以及有交通疏导要求路段、非机动车道的表面层可采用彩色沥青混凝土路面。

**6** 稀浆封层、微表处类型、规格及适用范围应符合表5.3.1的规定。

表5.3.1 稀浆封层、微表处类型、规格及适用范围

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 稀浆混合料类型 | 混合料规格 | 适用范围 |
| 稀浆封层 | ES-1 | 适用于支路、停车场的罩面 |
| ES-2 | 次干路以下的罩面，以及新建道路的下封层 |
| ES-3 | 次干路的罩面，以及新建道路的下封层 |
| 微表处 | MS-2 | 中等交通等级快速路和主干路的罩面 |
| MS-3 | 快速路、主干路的罩面 |

**7** 厂拌热再生和厂拌温再生沥青混合料可用于各等级城镇道路的沥青面层及柔性基层；就地热再生可用于仅存在浅层轻微病害且沥青材料老化程度较轻的沥青路面表面层，沥青路面PSSI不宜小于80，再生深度范围内的沥青混合料25℃沥青针入度应大于20（0.1mm），沥青含量应大于3.8%；乳化沥青或泡沫沥青沥青混合料可用于快速路、主干路、次干路沥青路面的下面层及以下层位、支路沥青路面的中面层及以下层位，再生层厚度宜大于80mm；无机结合料冷再生沥青混合料可用于各等级城镇道路基层及以下层位，再生层厚度宜大于160mm。

**5.3.2** 各类沥青面层的厚度应与混合料最大公称粒径相匹配，沥青混合料一层的最小压实厚度宜符合下列规定：

**1** AC混合料路面厚度不宜小于混合料公称最大粒径的3倍。

**2**  SMA混合料和OGFC混合料路面厚度不宜小于混合料公称最大粒径的2.5倍。

**3**  沥青混合料的最小压实厚度及适宜厚度宜符合表5.3.2-1的规定，沥青贯入式、沥青表面处治的压实厚度及适宜厚度宜符合表5.3.2-2的规定。

表5.3.2-1 沥青混合料的最小压实厚度及适宜厚度

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 沥青混合料类型 | 最大粒径  （mm） | | 公称最大粒径（mm） | 符号 | 最小压实厚度（mm） | 适宜厚度（mm） |
|
|
| 密级配沥青混合料  (AC) | 砂粒式 | 9.5 | 4.75 | AC-5 | 15 | 15~30 |
| 细粒式 | 13.2 | 9.5 | AC-10 | 20 | 25~40 |
| 16 | 13.2 | AC-13 | 35 | 40~60 |
| 中粒式 | 19 | 16 | AC-16 | 40 | 50~80 |
| 26.5 | 19 | AC-20 | 50 | 60~100 |
| 粗粒式 | 31.5 | 26.5 | AC-25 | 70 | 80~120 |
| 沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA） | 细粒式 | 13.2 | 9.5 | SMA-10 | 25 | 25~50 |
| 16 | 13.2 | SMA-13 | 30 | 35~60 |
| 中粒式 | 19 | 16 | SMA-16 | 40 | 40~70 |
| 26.5 | 19 | SMA-20 | 50 | 50~80 |
| 开级配沥青磨耗层（OGFC） | 细粒式 | 13.2 | 9.5 | OGFC-10 | 20 | 20~30 |
| 16 | 13.2 | OGFC-13 | 30 | 30~40 |
| 半开级配沥青碎石（AM） | 细粒式 | 16 | 13.2 | AM-13 | 35 | 40~60 |
| 中粒式 | 19 | 16 | AM-16 | 40 | 50~70 |
| 26.5 | 19 | AM-20 | 50 | 60~80 |

表5.3.2-2 沥青贯入式、沥青表面处治压实最小厚度及适宜厚度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结 构 层 类 型 | 最小压实厚度（mm） | 适宜厚度（mm） |
| 沥青贯入式 | 40 | 40~80 |
| 沥青表面处治 | 10 | 10~30 |

**5.3.3** 特重交通荷载等级的道路应提高沥青混合料抗剪强度，可采取下列措施：

**1** 应适当增加沥青层的厚度。

**2** 可采用改性沥青混合料、抗车辙沥青混合料等材料。

**5.3.4** 应减少半刚性基层沥青路面收缩开裂和反射裂缝，可选择采取下列措施：

**1**  可适当增加沥青层的厚度。

**2**  可在半刚性材料层上设置沥青稳定碎石等柔性基层。

**3** 可在半刚性基层上设置应力吸收层或铺设经实践证明有效的、土工合成材料等。

**5.3.5** 沥青路面各结构层之间应保持紧密的结合，并应符合下列规定：

**1**  各个沥青层之间应设粘层。

**2**  无机结合料稳定类基层与粒料类基层上应设透层。

**3** 快速路、主干路的半刚性基层上应设下封层。

**5.3.6**  当非机动车道、人行道与步行街采用沥青路面铺装时，沥青混合料面层厚度不应小于30mm，沥青石屑、沥青砂面层厚度不应小于20mm。

**5.3.7** 沥青路面结构设计指标的确定应符合下列规定：

**1** 沥青路面结构设计应满足结构整体刚度、沥青层或半刚性基层抗疲劳开裂和沥青层抗变形的要求。应根据道路等级与类型选择路表弯沉值、柔性基层沥青层层底拉应变、半刚性材料基层层底拉应力和沥青层剪应力作为沥青路面结构设计指标，并应符合下列规定：

**1**）快速路、主干路和次干路应采用路表弯沉值、半刚性材料基层层底拉应力、沥青层剪应力或柔性基层沥青层层底拉变应作为设计指标。

**2**）支路可充分采用路表弯沉值为设计指标。

**3**）可靠度系数可根据当地相关研究成果选择；当无资料时可按表5.3.7-1取用。

表5.3.7-1 可靠度系数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 变异水平等级 | 目标可靠度（%） | | |
| 95 | 90 | 85 |
| 低 | 1.05~1.10 | 1.03~1.06 | 1.00~1.03 |
| 中 | — | 1.06~1.10 | 1.03~1.06 |
| 高 | — | — | 1.06~1.10 |

**2** 沥青路面结构设计的各项设计指标应符合下列规定：

**1**）轮隙中心处路表计算的弯沉值应小于或等于路表的设计弯沉值，应满足下式要求：

*γal*s≤*l*d (5.3.7-1)

式中：*γa——*沥青路面可靠度系数；

*l*s *——*轮隙中心处路表计算的弯沉值（0.01mm）；

*l*d*——*路表的设计弯沉值（0.01mm）。

**2**）柔性基层沥青层层底计算的最大拉应变应小于或等于材料的容许拉应变，应满足下式要求：

*γa*≤[] (5.3.7-2)

式中：——柔性基层沥青层层底计算的最大拉应变；

[] ——沥青层材料的容许拉应变。

**3**）半刚性材料基层层底计算的最大拉应力应小于或等于材料的容许抗拉强度，应满足下式要求：

*γaσ*m≤[*σ*R] (5.3.7-3)

式中：*σ*m*——*半刚性材料基层层底计算的最大拉应力（MPa）；

[*σ*R]——半刚性材料的容许抗拉强度（MPa）。

**4**）沥青面层计算的最大剪应力应小于或等于材料的容许抗剪强度，并应满足下式要求：

*γaτ*m≤[*τ*R] (5.3.7-4)

式中：*τ*m*——*沥青面层计算的最大剪应力（MPa）；

[*τ*R]——沥青面层材料的容许抗剪强度（MPa）。

**3**  沥青路面路表设计弯沉值应根据道路等级、设计工作年限内累计当量轴次、面层和基层类型按下式计算确定：

*l*d=600 *N*e-0.2 *A*c *A*s *A*b (5.3.7-5)

式中 ： *A*c ——道路等级系数，快速路、主干路为1.0，次干路为1.1，支路为1.2；

*A*s ——面层类型系数，沥青混合料为1.0，热拌和温拌或冷拌沥青碎石、沥青贯入式和沥青表面处治为1.1；

*A*b——基层类型系数，无机结合料类（半刚性）基层为1.0，沥青类基层和粒料基层为1.6。

**4** 沥青路面材料的容许拉应变[]应按下列公式计算确定：

 (5.3.7-6)

 (5.3.7-7)

式中： *M*——沥青混合料空隙率与有效沥青含量的函数；

*E*m——沥青混合料20℃动态回弹模量（MPa）；

*V*b——有效沥青含量，以体积比计（%）；

*V*a——空隙率（%）。

**5**  半刚性材料的容许抗拉强度应按下列公式计算：

 (5.3.7-8)

无机结合料稳定集料类的抗拉强度结构系数：

 (5.3.7-9)

无机结合料稳定细粒土类的抗拉强度结构系数：

 (5.3.7-10)

式中： *σ*s——对于水泥稳定类材料，为90d龄期的劈裂强度；对二灰稳定类和石灰稳定类材料，为180d龄期的劈裂强度；对于水泥粉煤灰稳定材料，为龄期120d龄期的劈裂强度（MPa）；

*K*s——抗拉强度结构系数。

**6** 沥青面层材料的容许抗剪强度应按下式计算：

 (5.3.7-11)

式中： *τ*s——沥青面层材料的 60°C抗剪强度（MPa），按附录C表C.0.1取值或附录D试验确定；

*K*r——抗剪强度结构系数，对一般行驶路段；对交叉口和公交车停车站缓慢制动路段；

*N*p——交叉口或公交车停车站设计工作年限内同一位置停车的累计当量轴次。

**7**  路面质量验收时，应对沥青路面弯沉进行检测和验收，并应符合下列规定：

**1**）应在不利季节采用BZZ-100标准轴载实测轮隙中心处路表弯沉值，实测弯沉代表值应按下式计算：

 (5.3.7-12)

式中：*l*0 ——路段内实测路表弯沉代表值（0.01mm）；

 ——路段内实测路表弯沉平均值（0.01mm）；

*S* ——路段内实测路表弯沉标准差（0.01mm）；

*Za*——与保证率有关的系数，快速路、主干路*Za* =1.645，其他等级道路沥青路面*Za* =1.5；

*K*1——季节影响系数；

*K*3——温度修正系数。

**2**）应按最后确定的路面结构厚度与材料模量，计算道路表面弯沉检测标准值*la*，实测弯沉代表值应满足下式要求：

 (5.3.7-13)

式中：*la*——路表面弯沉检测标准值（0.01mm），按最后确定的路面结构厚度与材料模量计算的路表面弯沉值。

**3**）检测代表弯沉值应用标准轴载BZZ-100的汽车实测路表弯沉值，若为非标准轴载应进行换算。对半刚性基层结构宜采用5.4m的弯沉仪；对柔性结构可采用3.6m的弯沉仪测定。检测时，当沥青厚度小于或等于50mm时，可不进行温度修正。

**4**）测定弯沉时应以1km~3km为一评定路段。检测频率应根据道路等级每车道每10m~50m测一点，快速路、主干路每公里检测不应少于80个点，次干路及次干路以下等级道路每公里检测不应少于40个点。

**5.3.8** 新建路面结构层的计算应符合下列规定：

**1** 新建沥青路面结构设计应采用双圆垂直均布荷载作用下的弹性层状连续体系理论进行计算（图5.3.8）。



图5.3.8 路面荷载与计算点图示

**2**  路表弯沉值计算点位置应为双轮轮隙中心点A，计算弯沉值应按下列公式计算：

 (5.3.8-1)

 (5.3.8-2)

 (5.3.8-3)

式中： *p*——标准轴载下的轮胎接地压强（MPa）；

*δ*——当量圆半径（cm）；

*αw* ——理论弯沉系数；

*E*0——路基抗压回弹模量值（MPa）；

*E*1、*E*2……*E*n-1——各层材料抗压回弹模量值（MPa）；

*h*1、*h*2……*h*n-1——各结构层设计厚度（cm）；

*F*——弯沉综合修正系数。

**3** 柔性基层沥青层层底拉应变的计算点位置应为沥青层底面单圆中心点B或双圆轮隙中心点A，并应取较大值作为层底拉应变。柔性基层沥青层层底的最大拉应变应按下列公式计算：

 (5.3.8-4)

 (5.3.8-5)

式中：——理论最大拉应变系数；

*Em*1、*Em*2……*Em*n-1——各层材料动态抗压回弹模量值（MPa）；

*Em*0——路基动态抗压回弹模量值（MPa）。

**4** 半刚性材料基层层底拉应力的计算点应为半刚性基层层底单圆荷载中心处B或双圆轮隙中心A，并应取较大值作为层底拉应力。层底最大拉应力应按下列公式计算：

 (5.3.8-6)

 (5.3.8-7)

式中：——理论最大拉应力系数；

*E*1、*E*2……*En-1*——各层材料抗压回弹模量值（MPa）。

**5**  沥青面层剪应力最大值计算点位置应取荷载外侧边缘路表距单圆荷载中心点0.9的点D或离路表0.1*h*1距单圆荷载中心点的点E，并应取较大值作为面层剪应力，应按下列公式计算：

 (5.3.8-8)

 (5.3.8-9)

式中：——理论最大剪应力系数；

*Sm*——沥青表面层材料60℃抗压回弹模量值（MPa）；

*E*2、*E*3……*En-1*——各层材料抗压回弹模量值（MPa）；

*fh* ——水平力系数，对于一般行驶路段为0.5；对于公交车停车站、交叉口等缓慢制动路段为0.2。

**6** 路面设计抗压回弹模量、劈裂强度和抗剪强度等设计参数应根据道路等级和设计阶段的要求确定，并应符合下列规定：

**1**）可行性研究阶段可按本标准附录C确定设计参数，其中沥青混合料设计参数可按附录C表C.0.1选用，基层和垫层材料设计参数可按附录C表C.0.2选用，柔性基层沥青路面材料设计参数可按附录C表C.0.3选用，碎砾石土设计参数可按附录C表C.0.4选用。

**2**）快速路、主干路初步设计或次干路（含）以下道路施工图设计时，可借鉴本地区已有的试验资料或工程经验确定。

**3**）快速路、主干路施工图设计时，设计参数应通过试验确定。

**7** 材料设计参数的确定应符合下列规定：

**1**）计算路表弯沉时，设计参数应采用抗压回弹模量，沥青层模量应取20℃时的抗压回弹模量。计算路表弯沉值时，抗压回弹模量设计值应按下式计算：

 (5.3.8-10)

式中：*E*—— 抗压回弹模量设计值（MPa）；

—— 各试件模量的平均值（MPa）；

*S* —— 各试件模量的标准差；

—— 保证率系数，取2.0。

**2**）计算柔性基层沥青层层底拉应变时，沥青层模量采用20℃动态回弹模量，可按本标准附录C表C.0.3取值或附录E试验确定；半刚性基层的模量设计值，可按本标准附录C表C.0.3取值，松散粒料与土基模量可按下式计算确定：

 (5.3.8-11)

式中：*Em*0——松散粒料与土基回弹模量（MPa）；

*CBR*——加州承载比（%）。

**3**）计算半刚性基层层底拉应力时，设计参数应采用抗压回弹模量，沥青层模量取15℃时的抗压回弹模量，并应符合下列规定：

（1）半刚性材料应在规定的龄期下测试抗压回弹模量，水泥稳定类材料的龄期应为90d、二灰稳定类和石灰稳定类材料的龄期应为180d、水泥粉煤灰稳定材料的龄期应为120d。

（2）计算层底拉应力时应考虑模量的最不利组合。在计算层底拉应力时，计算层以下各层的模量应按式 (5.3.8-10)计算其模量设计值；计算层及以上各层模量应按下式计算其模量设计值：

 (5.3.8-12)

**4**）计算沥青层剪应力时，设计参数采用抗压回弹模量，沥青上面层取60℃的抗压回弹模量，可按本标准附录C表C.0.1取用，模量设计值应按式（5.3.8-10）计算，中下沥青面层取20℃的抗压回弹模量，模量设计值应按式（5.3.8-12）计算。

**5**）路基回弹模量应在不利季节用标准承载板实测确定；当受条件限制时，可在土质与水文条件相近的临近路段测定，亦可现场取土样在室内测定。

**8** 沥青路面结构设计宜按下列主要步骤进行：

**1**）根据道路等级、使用要求、交通条件、投资水平、材料供应与施工技术等确定路面等级、面层类型，初拟路面结构整体结构类型；

**2**）根据土质、水文状况、工程地质条件与施工条件等，将路基分段，确定土基回弹模量；

**3**）收集调查交通量，计算设计工作年限内一个方向上设计车道的累计当量轴次；

**4**）进行路面结构组合设计，确定各层材料设计参数；

**5**）根据道路等级和基层类型确定设计弯沉、容许抗拉强度、容许抗剪强度、容许拉应变等设计指标，根据面层类型、道路等级和变异水平等级确定可靠度系数；

**6**）进行路面结构厚度设计；

**7**）对于季节性冰冻地区应验算防冻厚度；

**8**）按全寿命周期费用分析的理念进行技术经济对比，确定最终路面结构方案。

**5.3.9** 加铺层结构设计应符合下列规定：

**1** 应调查旧路面现状，分析路面损坏原因，对路面破损程度进行分段评价。

**2** 设计应根据下列情况将全线划分为若干段。分段时，应符合下列规定：

1）宜按1km为单位对路况进行评价，应将破损形态、破损原因、弯沉值相近的道路划分为一个路段。

2）若局部路段弯沉值很大，可先修补处理再进行补强，可化为一个路段，该段计算代表弯沉时可不考虑个别弯沉值大的点。

3）在水文、土质条件复杂或需要特殊处理的路段，其分段最小长度可视实际情况确定。

**3** 各路段的计算弯沉代表值应按下式计算：

 (5.3.9-1)

式中： ——旧路面的计算弯沉代表值（0.01mm）；

 ——旧路面的计算弯沉平均值（0.01mm）；

——湿度影响系数，根据当地经验确定。

**4** 旧沥青路面处理应符合下列规定：

1）沥青路面整体强度应符合弯沉要求，当车辙深度小于10mm、存在轻度裂缝而平整度、抗滑性能差时，可直接加铺罩面，恢复表面使用功能。

2）对中度、重度裂缝段宜视具体情况铣刨路面，否则，应进行灌缝、修补坑槽等处理，必要时采取防裂措施后再加铺沥青层。对沥青层网裂、龟裂或沥青老化的路段应进行铣刨并清除干净，并应设粘层沥青后，再加铺沥青层。

3）对整体强度不足或破损严重的路段，应根据路面破损程度确定挖除深度、范围以及加铺层的结构和厚度。

**5** 可用沥青混合料罩面、微表处或其他预防性养护措施改善提高沥青表面层的服务功能。单层沥青混合料罩面厚度可为30mm~50mm；超薄磨耗层厚度宜为15mm~25mm。也可选用微表处或养护剂等处治措施。

**6** 旧路面当量回弹模量的计算应符合下列规定：

1）各路段的当量回弹模量应根据各路段的计算弯沉值，应按下列公式计算：

 (5.3.9-2)

 (5.3.9-3)

式中：——旧路面的当量回弹模量（MPa）；

——用标准轴载的汽车在旧路面上测得的弯沉值与用承载板在相同压强条件下所测得的回弹变形值之比，即轮板对比值，应根据各地的对比试验结果论证地确定，在没有对比试验资料的情况下，取1.1；

——旧路面当量回弹模量扩大系数。计算其它补强层层底拉应力、拉应变及弯沉值时，取1.0。

——与旧路面接触层材料的抗压模量（MPa）；

 ——各补强层换算为与旧路面接触层相当的等效总厚度（cm）。

2）等效总厚度应按下式计算：

 (5.3.9-4)

式中： ——第*i*层补强层材料的抗压回弹模量（MPa）；

——第*i*层补强层的厚度（cm）；

*n*-1——补强层层数。

**7** 加铺层结构设计应符合下列规定：

1）当强度不足时应进行补强设计，设计方法应与新建路面相同。

2）加铺层的结构设计，应根据旧路面综合评价，道路等级、交通量，考虑与周围环境相协调，结合纵、横断面调坡设计等因素，选用直接加铺或开挖旧路至某一结构层位，采取加铺一层或多层沥青补强层，或加铺半刚性基层、贫混凝土基层等结构层设计方案。

**8** 根据加铺层的类型确定设计指标，当以路表回弹弯沉为设计指标时，弯沉综合修正系数宜按下式计算：

**** (5.3.9-5)

**9**  可采用弹性层状体系理论设计程序计算设计层的厚度或进行结构验算。对季节性冰冻地区的中、潮湿路段还应验算防冻厚度。根据各方案的计算结果，进行技术经济比较，确定最终补强设计方案。

5.4施工

**5.4.1** 基层应在洒布透油层或完成下封层后及时铺筑沥青面层。当气温低于10℃或5级以上大风的天气时，不应喷洒透层、粘层、封层油。

**5.4.2** 当需采用两台摊铺机及以上并排摊铺时，摊铺机的使用性能宜相同。摊铺时应均匀、连续不间断，不得随意变换摊铺速度或中途停顿，不得出现粗糙、拉毛、裂纹、离析等现象。

**5.4.3** 沥青路面表面层的接缝应采用直茬，路面表面层以下各层可采用斜接茬；上下层的接缝应错开。

**5.4.4** 压路机应采用慢而均匀的速度碾压，压路机不得在未碾压成形路段上转向、调头、加水或停留。

**5.4.5** 热拌沥青混合料拌和及施工温度应符合下列规定：

**1** 普通沥青混合料拌和及压实温度宜通过在135℃～175℃条件下测定的粘度—温度曲线，并应按表5.4.5-1确定。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 粘度 | 适宜于拌和的沥青混合料粘度 | 适宜于压实的沥青混合料粘度 | 测定方法 |
| 表观粘度 | （0.17±0.02）Pa.s | (0.28±0.03)Pa.s | T0625 |
| 运动粘度 | (170±20)mm2/s | (280±30)mm2/s | T0619 |
| 赛波特粘度 | (85±10)s | (140±15)s | T0623 |

表5.4.5-1　普通沥青混合料拌和及压实时适宜温度相应的粘度

**2** 厂拌热再生沥青混合料的拌合温度应根据拌合设备的加热干燥能力、回收沥青路面材料（RAP）的含水率、再生混合料的级配、新沥青的黏温曲线等综合确定。

**3** 彩色胶结混合料、抗车辙沥青混合料、橡胶沥青混合料、透水沥青混合料、聚合物改性沥青混合料及SMA混合料施工温度控制应符合表5.4.5-2的规定。当普通沥青混合料、厂拌热再生沥青混合料缺乏粘温曲线数据时，可按表5.4.5-2的规定，并结合实际情况确定混合料的拌和及施工温度。

表5.4.5-2 热拌沥青混合料的拌和及施工温度(℃)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 施工工序 | | 普通沥青混合料 | | | | 彩色胶结混合料 | | 抗车辙沥青混合料 | | | 透水沥青混合料 | 橡胶沥青混合料 |
| 石油沥青标号 | | | | 石油沥青标号 | | |
| 50号 | 70号 | 90号 | 110号 | 普通彩色胶结料 | 特种彩色胶结料 | 50号 | 70号 | 90号 |
| 沥青加热温度 | | 160～170 | 155～165 | 150～160 | 145～155 | 145～155 | 155～165 | 160～170 | 155～165 | 150～160 | 160～170 | 180～190 |
| 矿料加热温度 | 间隙式拌和机 | 集料加热温度比沥青温度高10～30 | | | | 比沥青温度高10～25 | 180～200 | 190～200 | | | | |
| 连续式拌和机 | 矿料加热温度比沥青温度高5～10 | | | | — | — | — | | | | |
| 出料温度① | | 150～170 | 145～165 | 140～160 | 135～155 | 150～165 | 165～180 | 175～185 | | | | |
| 贮料仓贮存温度 | | 贮料过程中温度降低不超过10 | | | | | | ≥175 | | | — | 温度降低不超过10 |
| 废弃温度 | | ≥200 | ≥195 | ≥190 | ≥185 | ≥180 | ≥190 | ≥195 | | | — | ≥195 |
| 运输到现场温度① | | 145～165 | 140～155 | 135～145 | 130～140 | — | — | — | | | ≥175 | — |
| 摊铺温度① | | 140～160 | 135～150 | 130～140 | 125～135 | ≥140 | ≥155 | ≥170 | | | | ≥165 |
| 初压的内部温度① | | 135～150 | 130～145 | 125～135 | 120～130 | ≥135 | ≥155 | ≥165 | | | ≥160 | |
| 复压温度 | | — | — | — | — | — | — | — | | | ≥130 | ≥140 |
| 终压表面温度② | | 75～85 | 70～80 | 65～75 | 55～70 | ≥90 | ≥100 | ≥110 | | | ≥90 | |
| 开放的路表温度 | | ≤50 | | | ≤45 | ≤40 | | ≤50 | | | | |

注：1 表中未列入的130号、160号及30号沥青的施工温度由试验确定。

2 ①常温下宜用低值，低温下宜用高值；②视压路机类型而定，轮胎压路机取高值，振动压路机取低值。

3 SMA混合料的施工温度应视纤维品种和数量、矿粉用量的不同，在改性沥青混合料的基础上作适当提高。

4厂拌热再生沥青混合料应适当提高新集料的加热温度，最高温度不宜超过200℃，拌合及施工温度宜比同类热拌沥青混合料高5℃~15℃。

5聚合物改性沥青混合料包括SBS类、SBR胶乳类和EVA、PE类，其拌和及施工温度应根据实践经验经试验确定，通常宜较普通沥青混合料温度提高10℃～20℃。

6抗车辙沥青混合料和透水沥青混合料烘干集料的残余含水量分别不得大于0.3%和1%。

**5.4.6** 热拌沥青混合料的拌和时间应按表5.4.6的相关规定经试拌确定，沥青应均匀裹覆集料。

表5.4.6　热拌沥青混合料拌和时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 沥青混合料类型 | 普通沥青混合料 | 普通彩色沥青混合料 | 橡胶沥青混合料 |
| 每盘的拌和周期(s) | ≥45 | ≥55 | ≥50 |
| 干拌时间(s) | 5～10 | 5～10 | ≥15 |

注：1 特种彩色沥青混合料拌和时间相对普通彩色沥青混合料宜适当延长；

2聚合物沥青混合料和SMA混合料的拌和时间相对普通沥青混合料宜适当延长；

3厂拌热再生沥青混合料应比普通热拌沥青混合料延长15s左右，其中干拌时间宜延长5s～10s；

4添加纤维的沥青混合料，拌和机应配备同步投料装置，拌和时间应比同类沥青混合料延长5s以上。

**5.4.7** 热拌沥青混合料成品储存时间应符合表5.4.7的规定。

表5.4.7　热拌沥青混合料成品储存时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 沥青混合料类型 | 普通沥青混合料 | 橡胶沥青混合料 | 聚合物沥青混合料 |
| 储存时间(h) | ≤72 | ≤10 | ≤24 |

注：SMA混合料限当日使用； OGFC应随拌随用。

**5.4.8** 热拌沥青混合料出厂时，应逐车检测沥青混合料的质量和温度，并应附带载有出厂时间的运料单。

**5.4.9** 热拌沥青混合料运输应符合下列规定：

**1**热拌沥青混合料宜采用与摊铺机匹配的自卸汽车运输；自卸汽车的总运力应大于拌和能力或摊铺能力。

**2**运料车装料时，应防止粗细集料离析，并应具有保温、防雨、防混合料遗撒与沥青滴漏等功能。

**3**沥青混合料运至摊铺地点，应对拌和质量与温度进行检查，合格后方可使用。

**5.4.10** 热拌沥青混合料摊铺前，摊铺机应提前0.5h～1.0h预热，熨平板不应低于100℃；对于抗车辙沥青混合料，熨平板不应低于120℃。摊铺应符合本标准第5.4.2条规定。

**5.4.11** 热拌沥青混合料的初压应以稳定沥青混合料为主；复压宜紧跟初压连续进行，相邻碾压带重叠宽度宜为100mm～200mm，应碾压到符合压实度并无明显轮迹为止；终压碾压应至无轮迹为止。

**5.4.12** 温拌沥青混合料施工应符合下列规定：

**1**温拌沥青混合料，当使用70号、90号道路沥青和SBS改性沥青混合料时，其施工温度应符合表5.4.12的规定。

表5.4.12 温拌沥青混合料的拌和及施工温度(℃)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 施工工序 | | 普通沥青混合料 | | SBS改性沥青混合料 | | 彩色胶结混合料 | |
| 石油沥青的标号 | |
| 70号 | 90号 | SBS 1-C | SBS 1-D | 普通彩色胶结料 | 特种彩色胶结料 |
| 沥青加热温度 | | 135～155 | 130～150 | 155～170 | | 125～140 | 140～155 |
| 矿料加热温度 | 间隙式拌和机 | ≥120 | | ≥135 | | 130～140 | 155～175 |
| 出料温度 | | 115～135 | 110～130 | 120～140 | 125～145 | 120～135 | 140～155 |
| 废弃温度 | | — | — | — | — | ≥160 | ≥175 |
| 贮料仓贮存温度 | | — | — | — | — | 温度降低不超过10 | |
| 运输到现场温度 | | ≥110 | ≥105 | ≥115 | ≥110 | — | — |
| 摊铺温度 | | 105～115 | 100～110 | 110～120 | 115～125 | 115～130 | 135～150 |
| 初压的内部温度 | | 100～110 | 95～105 | 105～115 | 110～120 | 105～125 | 125～140 |
| 终压表面温度 | | ≥70 | | ≥80 | | ≥70 | ≥90 |
| 开放的路表温度 | | ≤50 | | | | ≤40 | |

注：常温下宜用低值，低温下宜用高值。

**2**温拌沥青混合料应采用沥青摊铺机摊铺，在喷洒有粘层油的路面上铺筑改性沥青混合料或SMA时，宜使用履带式摊铺机，摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘结剂。摊铺应符合本标准第5.4.2条的规定。

**3**温拌沥青混合料初压的第一遍宜采用静压方式，其他遍数应进行振动；终压宜采用振、静结合方式，收光阶段宜采用静压。

**5.4.13** 厂拌温再生沥青混合料施工应符合下列规定：

**1**当回收沥青路面材料（RAP）掺配比例大于10%时，拌合设备宜增加回收沥青路面材料（RAP）烘干加热系统，加热温度宜为95℃~110℃。回收沥青路面材料（RAP）料仓数量不应少于2个，料仓内的回收沥青路面材料（RAP）含水率不应大于3%。

**2**新集料的加热温度应经试拌后调整、确定，混合料出料温度和摊铺温度相比同类热再生沥青混合料应降低25℃以上。

**3**厂拌温再生沥青混合料低温施工条件下的最低摊铺温度宜符合表5.4.13的规定。

表5.4.13　厂拌温再生沥青混合料低温施工条件下的最低摊铺温度（℃）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 下卧层表面温度（℃） | 相应于下列不同混合料类型与摊铺厚度h（mm）的最低摊铺温度 | | | | | |
| 普通沥青混合料 | | | 改性沥青混合料 | | |
| 40<h≤50 | 50<h≤80 | h>80 | 40<h≤50 | 50<h≤80 | h>80 |
| 5≤T<10 | 125 | 120 | 115 | 130 | 125 | 120 |
| 10≤T<15 | 120 | 115 | 110 | 125 | 120 | 115 |

**4**厂拌温再生混合料摊铺和压实的其他要求，应符合温拌普通沥青混合料的相关规定。

**5.4.14**冷拌沥青混合料施工应符合下列规定：

**1**当采用阳离子乳化沥青拌和时，宜先用水湿润集料，若湿润后仍难与乳液拌和均匀时，应改用破乳速度更慢的乳液或用氯化钙水溶液。

**2**混合料的拌和时间应通过试拌确定。机械拌和时间不宜超过30s，人工拌和时间不宜超过60s。

**3**已拌好的混合料应立即运至现场摊铺，并应在乳液破乳前结束。在拌和与摊铺过程中已破乳的混合料，应废弃。

**4**冷拌沥青混合料摊铺后宜采用轻型压路机初压至初步稳定，再用中型压路机碾压；当乳化沥青开始破乳，混合料由褐色转变成黑色时，应改用轮胎压路机复压，将水分挤出后暂停碾压；待水分基本蒸发后应继续碾压至表面平整，压实度应符合要求。

**5**冷拌沥青混合料路面的上封层应在混合料压实成型，且应水分完全蒸发后施工。

**6**冷沥青混合料路面施工结束后宜封闭交通2h～6h，并应做好早期养护。

**5.4.15**厂拌冷再生沥青混合料施工应符合下列规定：

**1**厂拌冷再生混合料的拌合宜采用连续式拌合设备。

**2**拌合前应检测材料含水率，确定外加水用量；混合料拌合时间应经试拌确定。

**3**厂拌冷再生混合料宜采用带有自动找平装置和自动调节摊铺厚度的摊铺机摊铺，熨平板不加热。摊铺应符合本标准第5.4.2条的规定。

**4**初压应先静压一遍，然后进行振动碾压，终压碾压应至压实度符合要求为止。

**5.4.16**现场热再生混合料施工应符合下列规定：

**1** 施工前，清理旧路表面范围应超过再生宽度200mm及以上，然后对现场热再生无法修复的路面病害进行预处理。

**2**加热原路面，宽度比铣刨宽度每侧应宽出200mm及以上。

**3**路面铣刨深度应均匀，应缓慢渐变；铣刨面温度应高于70℃。

**4**再生剂应均匀喷入旧沥青混合料中，再生沥青混合料拌合应均匀。

**5**再生混合料的摊铺温度应高于120℃。加铺再生应将再生混合料和加铺料通过现场再生机双熨平板同时摊铺，具体摊铺应符合本标准第5.4.2条的规定。

**6**现场热再生混合料的碾压应配套使用大吨位的振动双钢轮压路机、轮胎压路机等压实机具。碾压应紧跟摊铺进行，加铺再生应将再生料和加铺料同时碾压。

**5.4.17**现场冷再生沥青混合料施工应符合下列规定：

**1**应按设定再生深度对路面进行铣刨、拌合。

**2**摊铺应符合本标准第5.4.2条的规定。

**3**在碾压结束前应采用平地机再终平一次，路面横坡度应符合设计要求。

**4**应使用乳化沥青、改性乳化沥青或泡沫沥青进行现场冷再生，施工结束后宜封闭交通2h～6h，并应做好早期养护；当使用无机结合料进行全深式现场冷再生时，养生和开放交通应符合本标准第4.3.2条的相关规定。

**5.4.18**透层油施工应符合下列规定：

**1**透层油的规格、用量与渗透深度宜通过试洒确定，并应符合设计要求。

**2**透层油宜采用沥青洒布车或手动沥青洒布机喷洒。洒布设备喷嘴应与透层沥青匹配，喷洒应呈雾状，洒布管高度应使同一地点接受2～3个喷油嘴喷洒的沥青。

**3**透层油应洒布均匀，不得喷洒过量，有花白遗漏应人工补洒，喷洒过量的应立即撒布石屑或砂吸油，必要时应作适当碾压。

**4**洒布透层油后，应封闭交通。透层油洒布后的养护时间应根据透层油的品种和气候条件由试验确定。

**5.4.19**粘层油施工应符合下列规定：

**1**应根据下卧层的类型选择粘层油品种，用量应通过试洒确定，并应符合设计要求。

**2**粘层油宜在摊铺面层当天洒布。

**5.4.20**封层施工应符合下列规定：

**1**铺设封层的下卧层必须彻底清扫干净，对车辙、坑槽、裂缝应进行处理或挖补，对井盖、路缘石等道路附属设施应采取保护措施。

**2**稀浆封层可采用普通乳化沥青或改性乳化沥青，微表处必须采用改性乳化沥青。稀浆封层或微表处施工配合比应根据试验段的摊铺情况，在设计配合比的基础上宜进行小范围调整确定。

**3**稀浆封层或微表处应使用专用摊铺机进行摊铺。两幅纵缝搭接的宽度不宜超过80mm，横向接缝宜做成对接缝。当分两层摊铺时，第一层摊铺后至少应开放交通24h后，方可进行第二层摊铺。

**4**稀浆混合料摊铺后可不采用压路机碾压，通车后可采用交通车辆自然压实；在特殊情况下，可采用轮重6t~10t轮胎压路机压实，压实应在混合料初凝后进行。

**5**当采用层铺法沥青表面处治铺筑下封层时，宜采用单层式，矿料用量宜为5 m3/1000m2～8m3/1000m2，沥青用量可采用要求范围的中高限。沥青应撒布均匀、不露白，封层不应透水。

5.5验收

**5.5.1** 热拌、温拌沥青混合料路面面层质量检验应符合表5.5.1的规定。

表5.5.1 热拌、温拌沥青混合料路面面层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | | 允许偏差 | | 检验频率 | | | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 | | |
| 1 | 主控项目 | 原材料 | | 应符合本标准5.2.1 ~5.2.3的相关规定 | | 按不同品种产品进场批次和产品抽样检验方案确定 | | | | 观察、查进场检验报告并复检 |
| 2 | 混合料拌合及出厂温度 | | 应符合本标准5.4.5、5.4.12条的相关规定 | | 全数检查 | | | | 查测温记录，现场检测温度 |
| 3 | 混合料配合比 | | 应符合本标准5.2.4 ~5.2.11的相关规定 | | 每日、每品种检查1次 | | | | 现场取样试验 |
| 4 | 压实度 | | 符合设计要求 | | 1000m2 | 1 | | | 查试验记录 |
| 5 | 厚度（mm） | | +10～﹣5 | | 1000m2 | 1 | | | 钻孔或刨挖,用钢尺量 |
| 6 | 弯沉值（mm） | | 符合设计要求 | | 每车道、每20m | 1 | | | 用弯沉仪测 |
| 7 | 一般项目 | 外观 | | 表面应平整、坚实、接缝紧密，无枯焦；无明显轮迹、推挤裂缝、油斑等现象，不得污染构筑物。面层与路缘石、平石及其它构筑物应接顺，不得有积水现象。 | | | 全数检查。 | | | 观察 |
| 8 | 纵断高程（mm） | | ±15 | | 20m | 1 | | | 用水准仪测量 |
| 9 | 中线（mm） | | ≤20 | | 100m | 用经纬仪测量 |
| 10 | 宽度（mm） | | 不小于设计值 | | 40m | 用钢尺量 |
| 11 | 平整度 | σ值（mm） | 快速路、主干路 | 1.5 | 100m | 路宽  ( m) | ﹤9 | 1 | 用测平仪检测，见注② |
| 次干路、支路 | 2.4 | 9～15 | 2 |
| 最大间隙（mm） | 次干路、支路 | 5 | 20m | 用3m直尺和塞尺连续量取两尺量取最大值，见注② |
| ﹥15 | 3 |
| 12 | 横坡（%） | | ±0.3%且不反坡 | | 20m | 路宽  ( m) | ﹤9 | 2 | 用水准仪测量 |
| 9～15 | 4 |
| ﹥15 | 6 |
| 13 | 井框与路面高差（mm） | | ≤5 | | 每座 | 1 | | | 十字法，用直尺、塞尺量取最大值 |
| 14 | 抗滑 | 摩擦系数 | 符合设计要求 | | 200m | 1 | | | 摆式仪 |
| 全线连续 | | | 横向力系数车 |
| 构造深度（mm） | 1 | | | 砂铺法、激光构造深度仪 |
| 15 | 沥青上面层表面的渗水系数 | | 符合设计要求 | | 200m | 3 | | | 用渗水仪检测 |

注：1沥青按同一生产厂家、同一品种、同一标号、同一批号连续进场的沥青（石油沥青每100t为1批，改性沥青每50t为1批）每批次抽检1次。

2改性、厂拌热再生、透水和抗车辙及低吸热沥青混凝土路面可采用此表进行检验，第15项仅适用于抗车辙沥青混合料及温拌沥青混合料面层检验。

3橡胶沥青混合料面层质量验收采用压实度和现场空隙率双指标控制，压实度每2000m2测1点。

4本表第11、14项也可采用自动检测设备进行检测；中面层、底面层的一般项目仅进行第9、10、11、12项的检测。

5底基层表面、下面层应按设计规定用量撒泼透层油、粘层油。本标准其他相关表中不再注明。

6测平仪为全线每车道连续检测每100m计算标准差σ；无测平仪时可采用3m直尺检测；表中检验频率点数为测线数。本标准其他相关表中不再注明。

7十字法检查井框与路面高差,每座检查井均应检查。十字法检查中，以平行于道路中线，过检查井盖中心的直线做基线，另一条线与基线垂直，构成检查用十字线。本标准其他相关表中不再注明。

8渗水系数适用于公称最大粒径等于或小于19mm的沥青混合料，在铺筑成型后未遭行车污染的情况下测定，且只适用于要求密水的密级配沥青混合料。

**5.5.2** 冷拌沥青混合料路面面层质量检验应符合表5.5.2的规定。

表5.5.2 冷拌沥青混合料路面面层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | | 允许偏差 | 检验频率 | | | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 | | |
| 1 | 主控项目 | 原材料 | | 应符合本标准5.2.1 ~5.2.3的相关规定 | 按不同品种产品进场批次和产品抽样检验方案确定 | | | | 观察、查进场检验报告并复检 |
| 2 | 压实度 | | 符合设计要求 | 1000m2 | 1 | | | 查试验记录、复测 |
| 3 | 厚度（mm） | | +15～﹣5 | 1000m2 | 1 | | | 钻孔或刨挖,用钢尺量 |
| 4 | 一般项目 | 外观 | | 表面应平整、坚实、接缝紧密；无明显轮迹。 | 全数检查 | | | | 观察 |
| 5 | 纵断高程（mm） | | ±15 | 20m | 1 | | | 用水准仪测量 |
| 6 | 中线（mm） | | ≤20 | 100m | 用经纬仪测量 |
| 7 | 宽度（mm） | | 不小于设计值 | 40m | 用钢尺量 |
| 8 | 平整度 | | ≤10 | 20m | 路宽  ( m) | ﹤9 | 1 | 用3m直尺和塞尺连续量取两尺量取最大值 |
| 9～15 | 2 |
| ﹥15 | 3 |
| 9 | 横坡（%） | | ±0.3%且不反坡 | 20m | 路宽  ( m) | ﹤9 | 2 | 用水准仪测量 |
| 9～15 | 4 |
| ﹥15 | 6 |
| 10 | 井框与路面高差（mm） | | ≤5 | 每座 | 1 | | | 十字法，用直尺、塞尺量取最大值 |
| 11 | 抗滑 | 摩擦系数 | 符合设计要求 | 200m | 1 | | | 摆式仪 |
| 全线连续 | | | 横向力系数车 |
| 构造深度（mm） | 1 | | | 砂铺法、激光构造深度仪 |

注： 本表第8、11项也可采用自动检测设备进行检测。

**5.5.3** 彩色胶结混合料路面面层质量检验应符合表5.5.3的规定。

表5.5.3 彩色胶结混合料路面面层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | | 允许偏差 | | | 检验频率 | | | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 | | |
| 1 | 主控项目 | 原材料 | | 应符合本标准5.2.1 ~5.2.3的相关规定 | | | 按不同品种产品进场批次和产品抽样检验方案确定 | | | | 观察、查进场检验报告并复检 |
| 2 | 混合料拌合及出厂温度 | | 应符合本标准5.4.5、5.4.12条的相关规定 | | | 全数检查 | | | | 查测温记录，现场检测温度 |
| 3 | 混合料配合比 | | 应符合本标准5.2.4的相关规定 | | | 每日、每品种检查1次 | | | | 现场取样试验 |
| 4 | 路面色彩 | | 符合设计要求 | | | 100m2 | 1 | | | 目测 |
| 5 | 压实度 | | 符合设计要求 | | | 1000m2 | 1 | | | 查试验记录 |
| 6 | 厚度（mm） | | +10～﹣5 | | | 1000m2 | 1 | | | 钻孔或刨挖,用钢尺量 |
| 7 | 抗  滑 | 摩擦系数 | 符合设计要求 | | | 200m | 1 | | | 摆式仪 |
| 全线连续 | | | 横向力系数车 |
| 构造深度（mm） | 1 | | | 砂铺法、激光构造深度仪 |
| 8 | 一般项目 | 外观 | | 表面应平整、坚实、接缝紧密，无明显色差；无明显轮迹。面层与路缘石、平石及其它构筑物应接顺，不得有积水现象。 | | | | 全数检查。 | | | 观察 |
| 9 | 纵断高程（mm） | | ±15 | | | 20m | 1 | | | 用水准仪测量 |
| 10 | 中线（mm） | | ≤20 | | | 100m | 用经纬仪测量 |
| 11 | 宽度（mm） | | 机动车道 | | 非机动车道 | 40m | 1 | | | 用钢尺量 |
| 不小于设计值 | | ﹣20 |
| 12 | 平整度 | σ值（mm） | 快速路、主干路 | 1.5 | 5 | 100m | 路宽  ( m) | ﹤9 | 1 | 用测平仪检测 |
| 次干路、支路 | 2.4 | 9～15 | 2 |
| 最大间隙（mm） | 次干路、支路 | 5 |  | 20m |  |  | 用3m直尺和塞尺连续量取两尺量取最大值 |
| ﹥15 | 3 |
| 13 | 横坡（%） | | ±0.3%且不反坡 | | ±0.5% | 20m | 路宽  ( m) | ﹤9 | 2 | 用水准仪测量 |
| 9～15 | 4 |
| ﹥15 | 6 |
| 14 | 井框与路面高差（mm） | | ≤5 | | | 每座 | 1 | | | 十字法，用直尺、塞尺量取最大值 |
| 15 | 上面层表面的渗水系数 | | 符合设计要求 | | | 50m | 3 | | | 用渗水仪检测 |

注：1本表第12项也可采用自动检测设备进行检测。

2渗水系数的检验不适用于COGFC混合料。

**5.5.4** 厂拌温再生沥青面层质量检验应符合下列规定：

**1**回收沥青面层材料（RAP）的质量检查应符合表5.5.4的规定。

**2**厂拌温再生沥青混合料面层的质量检验应符合本标准5.5.1条温拌沥青混合料路面的相关规定。

表5.5.4　厂拌温再生沥青路面施工过程中回收沥青路面材料（RAP）的质量检查

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 质量要求 | 检查频率 |
| 级配、沥青含量 | 实测 | 每工作日1次 |
| 含水率 | ≤3% | 每工作日1次 |

**5.5.5** 厂拌冷再生沥青混合料路面面层质量检验应符合表5.5.5的规定。

表5.5.5 厂拌冷再生沥青混合料路面面层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 允许偏差 | 检验频率 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 主控项目 | 原材料 | 应符合本标准5.2.1 ~5.2.3的相关规定 | 按不同品种产品进场批次和产品抽样检验方案确定 | | 观察、查进场检验报告并复检 |
| 2 | 压实度 | 符合设计要求 | 1000m2 | 1 | 查试验记录、复测 |
| 3 | 厚度（mm） | +15～﹣5 | 1000m2 | 1 | 钻孔或刨挖,用钢尺量 |
| 4 | 一般项目 | 外观 | 表面应平整、坚实、接缝紧密；无明显轮迹。 | 全数检查 | | 观察 |
| 5 | 纵断高程（mm） | ±15 | 20m | 1 | 用水准仪测量 |
| 7 | 宽度（mm） | 不小于设计值 | 40m | 用钢尺量 |
| 8 | 平整度 | ≤10 | 每100m抽测1处，每处连续10尺 | | 用3m直尺和塞尺连续量取两尺量取最大值 |
| 9 | 横坡（%） | ±0.3%且不反坡 | 40m | 1 | 用水准仪测量 |

注：当再生层用作次干路底基层，或者用于支路时，纵断面高程和平整度控制要求可适当放宽。

**5.5.6** 现场再生沥青混合料路面面层质量检验应符合表5.5.6的规定。

表5.5.6 现场再生沥青混合料路面面层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 允许偏差 | | | 检验频率 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 主控项目 | 原材料 | 应符合本标准5.2.1 ~5.2.3的相关规定 | | | 按不同品种产品进场批次和产品抽样检验方案确定 | | 观察、查进场检验报告并复检 |
| 2 | 压实度 | 符合设计要求 | | | 1000m2 | 1 | 查试验记录、复测 |
| 3 | 厚度（mm） | 热再生 | | 冷再生 | 1000m2 | 1 | 钻孔或刨挖,用钢尺量 |
| 再生混合料 | ﹣5 | ﹣10 |
| 加铺混合料 | ±3 |
| 4 | 一般项目 | 外观 | 表面应平整、坚实、接缝紧密；无明显轮迹。 | | | 全数检查 | | 观察 |
| 5 | 纵断高程（mm） | ±15 | | | 20m | 1 | 用水准仪测量 |
| 7 | 宽度（mm） | 不小于设计值 | | | 40m | 用钢尺量 |
| 8 | 平整度 | ≤10 | | | 每100m抽测1处，每处连续10尺 | | 用3m直尺和塞尺连续量取两尺量取最大值 |
| 9 | 横坡（%） | ±0.3%且不反坡 | | | 40m | 1 | 用水准仪测量 |

注：1现场再生沥青混合料路面的5、9项不做要求。

2当再生层用作次干路底基层，或者用于支路时，纵断面高程控制要求可适当放宽。

**5.5.7** 粘层、透层与封层质量检验应符合表 5.5.7的规定。

表 5.5.7 粘层、透层与稀浆封层质量检验标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | | 允许偏差 | 检验频率 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 主控项目 | 原材料 | | 应符合本标准5.2.1 ~5.2.3的相关规定 | 按不同品种产品进场批次和产品抽样检验方案确定 | | 观察、查进场检验报告并复检 |
| 2 | 上封层表观 | 外观 | 表面应平整、密实、均匀，无松散、花白料、轮迹和划痕 | 全线连续 | | 观察、用钢尺量 |
| 3 | 横向接缝 | 对接，平顺，不平整＜3mm | 每条 | |
| 4 | 纵向接缝 | 宽度＜80mm，不平整＜6mm | 全线连续 | |
| 5 | 边线 | 任一30m长度范围内的水平波动不得超过±50mm | 全线连续 | |
| 7 | 上封层抗滑 | 摆值Fb（BPN） | 快速路、主干路≥45 | 1000m | 5 | 摆式仪 |
| 8 | 横向力系数 | 快速路、主干路≥54 | 全线连续 | 横向力系数车 |
| 9 | 构造深度（mm） | 快速路、主干路≥0.60mm | 5 | 砂铺法、激光构造深度仪 |
| 10 | 渗水系数 | | 符合设计要求 | 1000m | 3 | 用渗水仪检测 |
| 11 | 厚度（mm） | | ﹣10%厚度 | 1000m | 2 | 钻孔或刨挖,用钢尺量 |
| 12 | 一般项目 | 宽度（mm） | | 不小于设计值 | 40m | 1 | 用钢尺量 |
| 13 | 下封层外观 | | 粒料洒布应均匀，不得有松散、裂缝、油丁、泛油、波浪、花白、漏洒、堆积、污染其它构筑物等现象 | 全数检查 | | 观察 |

注：1粘层、透层仅对1、12项作要求。

2当稀浆封层用于下封层时，抗滑性能可不作要求。

# 6 水泥混凝土路面

## 6.1一般规定

**6.1.1** 水泥混凝土路面设计应包括材料设计、结构设计、面层配筋设计、接缝设计和加铺层结构设计等内容。

**6.1.2** 水泥混凝土路面结构应满足安全等级和目标可靠度的要求，在设计工作年限内应能承担所需的交通荷载，应适应所处的自然环境，并应满足预定的使用性能要求。

**6.1.3** 预应力混凝土路面设计、施工及验收应符合现行国家标准《预应力混凝土路面工程技术规范》GB50422的相关规定。

## 6.2材料设计

**6.2.1** 水泥混凝土选用的的水泥应符合下列规定：

**1** 对特重及重交通等级道路水泥混凝土路面，城市快速路、主干路水泥混凝土路面，透水混凝土路面，再生骨料透水混凝土路面，应采用强度等级42.5级以上的道路硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；中、轻交通等级的道路可采用矿渣水泥，其强度等级不宜低于32.5级。

**2**  所用水泥的技术要求应符合现行国家标准《道路硅酸盐水泥》GB 13693或《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定，各龄期的实测抗折强度、抗压强度尚应符合表6.2.1-1规定。

表6.2.1-1面层水泥混凝土用水泥各龄期的实测强度最小值

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路等级 | 特重交通 | | 重交通 | | 中、轻交通 | | 试验方法 |
| 混凝土设计弯拉强度标准值（MPa） | 5.0 | | 5.0 | | 4.5 | | — |
| 龄期(d) | 3 | 28 | 3 | 28 | 3 | 28 | — |
| 水泥实测抗折强度(MPa) | 5.0 | 8.0 | 4.5 | 7.5 | 4.0 | 7.0 | GB/T 17671 |
| 水泥实测抗压强度(MPa) | 23 | 52.5 | 17 | 42.5 | 17.0 | 42.5 | GB/T 17671 |

**3**路面混凝土最小单位水泥用量应符合表6.2.1-2的规定。对冰冻地区，混凝土中必须掺加引气剂，抗冻等级应达到F200。

表6.2.1-2路面混凝土最小单位水泥用量（kg/m³）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路等级 | | 快速、主干路 | 次干路 | 支路 |
| 非冰冻地区最小单位水泥用量 | 42.5级水泥 | 300 | 300 | 290 |
| 32.5级水泥 | — | 310 | 305 |
| 冰冻地区最小单位水泥用量 | 42.5级水泥 | 320 | 320 | 315 |
| 32.5级水泥 | — | 330 | 325 |

**6.2.2**  水泥混凝土面层选用的集料应符合下列规定：

**1** 粗集料应采用质地坚硬、耐久、洁净的碎石、卵石或破碎卵石，并应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的相关规定。对重交通及以上交通等级道路，城市快速路、主干路，透水混凝土，再生骨料透水混凝土，粗集料指标不应低于Ⅱ类。中、轻交通等级的道路，次干路、支路，粗集料指标不应低于Ⅲ类。

**2** 集料的最大公称粒径不应大于26.5mm；钢纤维混凝土集料公称最大粒径宜为钢纤维长度的1/2~2/3，且不宜大于16.0mm，碾压混凝土面层混凝土的集料公称最大粒径不宜大于19.0mm。

**3** 制备透水水泥混凝土用再生骨料应选用混凝土和石块为主的建筑垃圾原料，不得使用被污染或腐蚀的建筑垃圾制备再生骨料。透水混凝土面层用再生粗骨料性能指标应符合现行行业标准《再生骨料透水混凝土应用技术规程》CJJ/T 253的有关规定。

**4** 细集料应使用质地坚硬、耐久、洁净的天然砂或机制砂，不宜使用再生细集料。技术要求应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684的相关规定。城市快速路、主干路用砂的技术要求不应低于Ⅱ类，次干路、支路用砂的技术要求不应低于Ⅲ类。

**6.2.3**  清洗集料、拌和混凝土及养护所用的水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的有关规定。

**6.2.4**  外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB8076和《混凝土外加剂应用技术规程》GB50119的有关规定。

**6.2.5** 用于路面和桥面水泥混凝土的钢纤维抗拉强度等级不应低于600级，并应满足现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221的要求。

**6.2.6** 接缝材料应符合下列规定：

**1**  胀缝板宜采用柔性板材，城市快速路、主干路宜采用塑胶板、泡沫橡胶板、沥青纤维板，其他等级道路也可采用浸油木板。

**2**  填缝材料宜采用硅酮类、聚氨酯类，除城市快速路、主干路外其他等级道路可采用橡胶沥青类、改性沥青类填缝材料，背衬垫条可采用橡胶条、发泡聚氨酯等制成。技术要求应符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30的规定。

**6.2.8** 材料设计参数确定应符合下列规定：

**1** 路基和路面各结构层混合料的各项设计参数取值，应按相关试验方法实测确定，其标准值应按概率分布的85%分位值取用。

**2** 当受条件限制而无试验数据时，混凝土弯拉弹性模量以及路床土和垫层、基层混合料的回弹模量标准值，可按本标准附录F结合工程经验分析确定。

**3** 混凝土配合比设计时的混合料试配弯拉强度的均值，应按下式计算：

（6.2.8）

式中：——混凝土试配弯拉强度的均值（MPa）；

——混凝土弯拉强度的变异系数；

*s*——混凝土弯拉强度试验样本的标准差；

——保证率系数，根据样本数和判别概率按表6.2.8确定。

表6.2.8保证率系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路等级 | 判别概率 | 样本组数n（组） | | | |
| 6 | 9 | 15 | 20 |
| 快速路 | 0.05 | 0.79 | 0.61 | 0.45 | 0.39 |
| 主干路 | 0.10 | 0.59 | 0.46 | 0.35 | 0.30 |
| 次干路 | 0.15 | 0.46 | 0.37 | 0.28 | 0.24 |
| 支路 | 0.2 | 0.37 | 0.29 | 0.22 | 0.19 |

**6.2.9** 透水水泥混凝土采用的增强料可分有机材料和无机材料，材料技术指标应符合表6.2.9的规定。

表6.2.9 增强料的技术指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 聚合物乳液 | 含固量（%） | 延伸率（%） | 极限拉伸强度（MPa） |
| 40～50 | ≥150 | ≥1.0 |
| 活性SiO2 | SiO2含量应大于85% | | |

**6.2.10** 透水水泥混凝土的性能要求应符合表6.2.10的规定。

表6.2.10透水水泥混凝土的性能要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | 计量单位 | 性能要求 | | 试验方法 |
| 耐磨性（磨坑长度） | | mm | ≤30 | | GB/T 12988 |
| 透水系数（15℃） | | mm／s | ≥0.5 | | GB/T 25993 |
| 抗冻性 | 夏热冬冷地区 | — | D25 | | GB/T 50082  （慢冻法） |
| 寒冷地区 | — | D35 | |
| 连续空隙率 | | % | ≥10 | | GB/T 25993 |
| 强度等级 | | — | C20 | C30 | GB/T 50081 |
| 抗压强度（28d） | | MPa | ≥20.0 | ≥30.0 |
| 弯拉强度（28d） | | MPa | ≥2.5 | ≥3.5 | JTG E30 |

注：耐磨性与抗冻性性能检验可视各地具体情况及设计要求进行。

## 6.3结构设计

**6.3.1** 结构设计应包括面层类型选择和面层结构计算。

**6.3.2** 面层宜采用普通水泥混凝土，面层类型可按表6.3.2选用。

表6.3.2面层类型选择

|  |  |
| --- | --- |
| 面层类型 | 适用条件 |
| 普通水泥混凝土路面 | 各级道路、公共停车场、城市广场 |
| 连续配筋混凝土路面 | 特重交通的快速路、主干路 |
| 碾压混凝土路面 | 次干路以下道路、公共停车场、城市广场 |
| 钢纤维混凝土路面 | 标高受限制路段、混凝土加铺层和桥面铺装 |
| 钢筋混凝土路面 | 平面尺寸较大、形状不规则、埋有地下设施、可能产生不均匀沉降的高填方、软土地基、填挖交界等路段 |
| 透水水泥混凝土路面 | 轻型荷载道路、人行道、非机动车道、公共停车场、城市广场 |

**6.3.3** 普通混凝土、钢筋混凝土、碾压混凝土与连续配筋混凝土面层所需的厚度，可按表6.3.3所列范围选取，并应满足计算要求。

表6.3.3水泥混凝土面层厚度

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 交通等级 | 特重 | | | | | | 重 | | | | | |
| 道路等级 | 快速路 | 主干路 | | | | 次干路 | 快速路 | 主干路 | | | | 次干路 |
| 变异水平等级 | 低 | 中 | | 低 | | 中 | 低 | 中 | | 低 | | 中 |
| 面层厚度（mm） | 320~280 | 300~260 | | 280~240 | | | 280~240 | 270~230 | | 260~200 | | |
| 交通等级 | 中 | | | | | | | | 轻 | | | |
| 道路等级 | 次干路 | | | | 支路 | | 支路 | | 支路 | | | |
| 变异水平等级 | 高 | | 中 | | 高 | | 中 | | 高 | | 中 | |
| 面层厚度（mm） | 250~220 | | 240~210 | | | | 230~200 | | 220~190 | | 210~180 | |

**6.3.4** 钢纤维混凝土面层的厚度应按钢纤维掺量确定，当钢纤维体积率为0.6%~1.0%时，面层厚度宜为普通混凝土面层厚度的0.75倍~0.6倍。当为特重或重交通时，面层厚度不应小于180mm；当为中或轻交通时，面层厚度不应小于160mm。

**6.3.5** 复合式路面的沥青混凝土上面层的厚度不宜小于40mm。水泥混凝土下面层的计算厚度，应满足计算要求。水泥混凝土下面层与沥青混凝土上面层之间应设置黏层。

**6.3.6** 路面表面构造应采用刻槽、压槽、拉槽或拉毛等方法处理。构造深度应满足本标准表3.2.8-2的要求。

**6.3.7** 非机动车道、人行道、步行街面层厚度宜为60mm~120mm。

**6.3.8** 透水水泥混凝土路面面层类型和技术要求应符合表6.3.8规定，并应符合下列规定：

表6.3.8透水水泥混凝土面层类型和技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 适用范围 | 面层结构强度 | 面层结构厚度(mm) |
| 全透水结构 | 人行道、非机动车道、 | ≥C20 | 80~100 |
| 公共停车场、城市广场 | ≥C30 | 100~150 |
| 半透水结构 | 人行道、非机动车道、公共停车场、城市广场  轻型荷载道路 | ≥C30 | 100~ 150 |

1当湿陷性黄土地区、盐渍土地区、膨胀土地区的路面采用透水水泥混凝土时，路面结构可采用半透水结构。

2 彩色透水水泥混凝土面层可分为单色层或双色组合层，当采用双色组合层时，上面层厚度不应小于30mm，下面层的透水系数应大于上面层，上面层不宜采用再生骨料透水水泥混凝土。

**6.3.9** 面层结构计算应符合下列规定：

**1** 各级道路水泥混凝土路面结构的目标可靠度设计标准应符合表6.3.9-1的规定。

表6.3.9-1路面结构可靠度设计标准

| 道路等级 | 快速路 | 主干路 | 次干路 | 支路 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 安全等级 | 一级 | 一级 | 二级 | 三级 |
| 设计工作年限 | 30 | 30 | 20 | 15 |
| 目标可靠度（%） | 95 | 90 | 85 | 80 |
| 目标可靠指标 | 1.64 | 1.28 | 1.04 | 0.84 |

**2** 材料性能和面层厚度的变异水平可分为低、中和高三级，应按道路等级、采用的施工技术和质量控制水平，通过调研确定变异水平等级和相应的变异系数，城市快速路、主干路宜为低级，次干路可为中级。当确有困难时，可按表6.3.9-2选用。

表6.3.9-2变异系数（*cv*）的变化范围

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 变异水平等级 | 低级 | 中级 | 高级 |
| 水泥混凝土弯拉强度 | 0.05≤cv≤0.10 | 0.10˂cv≤0.15 | 0.15˂cv≤0.20 |
| 基层顶面当量回弹模量 | 0.15≤cv≤0.25 | 0.25˂cv≤0.35 | 0.35˂cv≤0.55 |
| 水泥混凝土面层厚度 | 0.02≤cv≤0.04 | 0.04˂cv≤0.06 | 0.06˂cv≤0.08 |

**3** 水泥混凝土路面结构分析应采用弹性地基板理论。粒料类基层、各类底基层和垫层，应与路基一起视作多层弹性地基，以地基顶面当量回弹模量表征。除粒料类基层外，其他各类基层与混凝土面层应按分离式双层板模型进行结构分析。

**4**水泥混凝土路面结构设计应以面层板在设计工作年限内，在行车荷载和温度梯度综合作用下，不产生疲劳断裂作为设计标准；并应以最重轴载和最大温度梯度综合作用下，不产生极限断裂作为验算标准。混凝土板应力分析及厚度计算方法应按本标准附录G执行。其极限状态设计表达式可分别按下列公式计算确定：

*fr* （6.3.9-1）

*fr* （6.3.9-2）

式中：——水泥混凝土路面可靠度系数；

——行车荷载疲劳应力（MPa）；

——温度梯度疲劳应力（MPa）；

——最重的轴载在临界荷位处产生的最大荷载应力（MPa）；

——所在地区最大温度梯度在临界荷位处产生的最大温度翘曲应力（MPa）； *fr*——28d龄期水泥混凝土弯拉强度标准值（MPa）。

**5** 贫混凝土或碾压混凝土基层可不考虑温度应力，应以设计工作年限内行车荷载不产生疲劳断裂作为设计标准。其极限状态设计表达式可按下式计算确定：

 （6.3.9-3）

式中：——基层内产生的行车荷载疲劳应力（MPa），按本标准附录G计算；

*f br* ——基层材料的弯拉强度标准值（MPa）。

**6** 水泥混凝土路面可靠度系数应根据目标可靠度和变异水平等级按照表6.3.9-3确定。

表6.3.9-3 可靠度系数

| 道路等级 | 快速路 | 主干路 | 次干路、支路 |
| --- | --- | --- | --- |
| 变异水平等级 | 目标可靠度（%） | | |
| 95 | 90 | 85 |
| 低 | 1.20~1.33 | 1.09~1.16 | — |
| 中 | — | 1.16~1.23 | 1.08~1.13 |
| 高 | — | — | 1.13~1.18 |

**7**水泥混凝土的强度应以28d龄期的弯拉强度控制。水泥混凝土弯拉强度标准值不得低于表6.3.9-4的规定。

表6.3.9-4 水泥混凝土弯拉强度标准值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 交通等级 | 特重、重 | 中 | 轻 |
| 水泥混凝土的弯拉强度标准值（MPa） | 5.0 | 4.5 | 4.5 |
| 钢纤维混凝土的弯拉强度标准值（MPa） | 6.0 | 5.5 | 5.0 |

**8** 当非机动车道、人行道、步行街采用水泥混凝土铺装时，水泥混凝土28d龄期的弯拉强度不应低于3.5MPa，公共停车场、城市广场水泥混凝土面层28d龄期的弯拉强度不应低于4.5MPa。

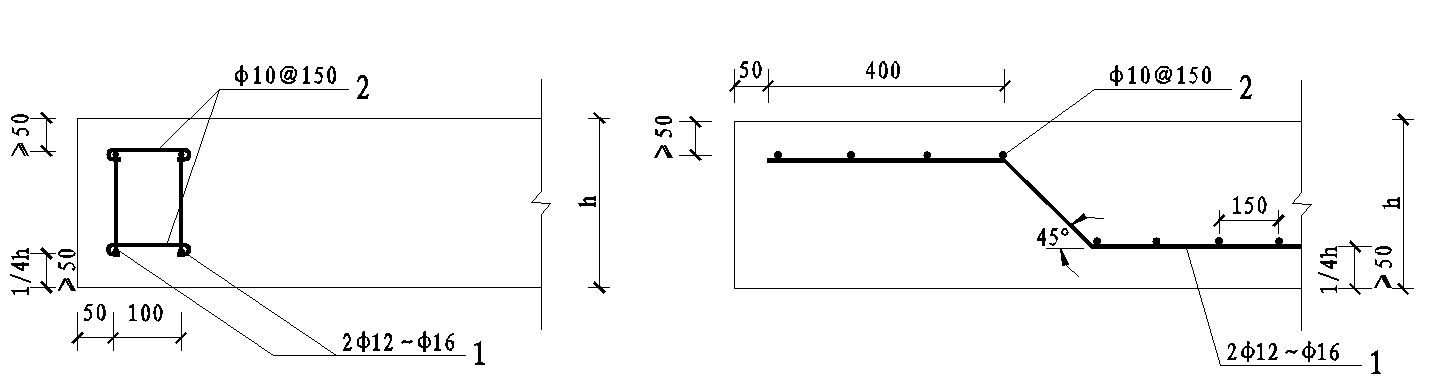
**9**各种混凝土面层的设计厚度应依据计算厚度加l0mm向上取整。

## 6.4面层配筋设计

**6.4.1** 面层配筋设计应包括普通混凝土面层配筋、钢筋混凝土面层配筋、连续配筋钢筋混凝土面层配筋。

**6.4.2** 普通混凝土面层配筋应符合下列规定：

**1**面层自由边、未设传力杆的平缝或与其他类型路面相接处，可在面层边缘的下部配置钢筋。宜选用热轧带肋钢筋，置于面层底面之上1/4 h处，并不应小于50mm，间距宜为100mm，钢筋两端应向上弯起（图6.4.2-1）。



a）横向剖面 （b）纵向剖面

图6.4.2-1 边缘钢筋布置（尺寸单位：mm）

1—边缘钢筋；2—连接钢筋

**2** 特重、重交通面层的胀缝、施工缝和自由边的角隅，宜配置角隅钢筋。应采用热轧带肋钢筋，置于面层上部，距顶面不应小于50mm，距边缘宜为100mm（图6.4.2-2）。



图6.4.2-2 角隅钢筋布置（尺寸单位：mm）

**3** 当面层下有构造物时，应在面层内布设单层或双层钢筋网，且与相邻混凝土面层之间应设置传力杆缩缝。当H0＜800mm时，面层内应设置双层钢筋网；当800mm≤H0≤1600mm时，面层内应设置单层钢筋网。钢筋网布置范围应为构造物宽度及两侧各1.5H＋1.5m（图6.4.2-3、6.4.2-4）。

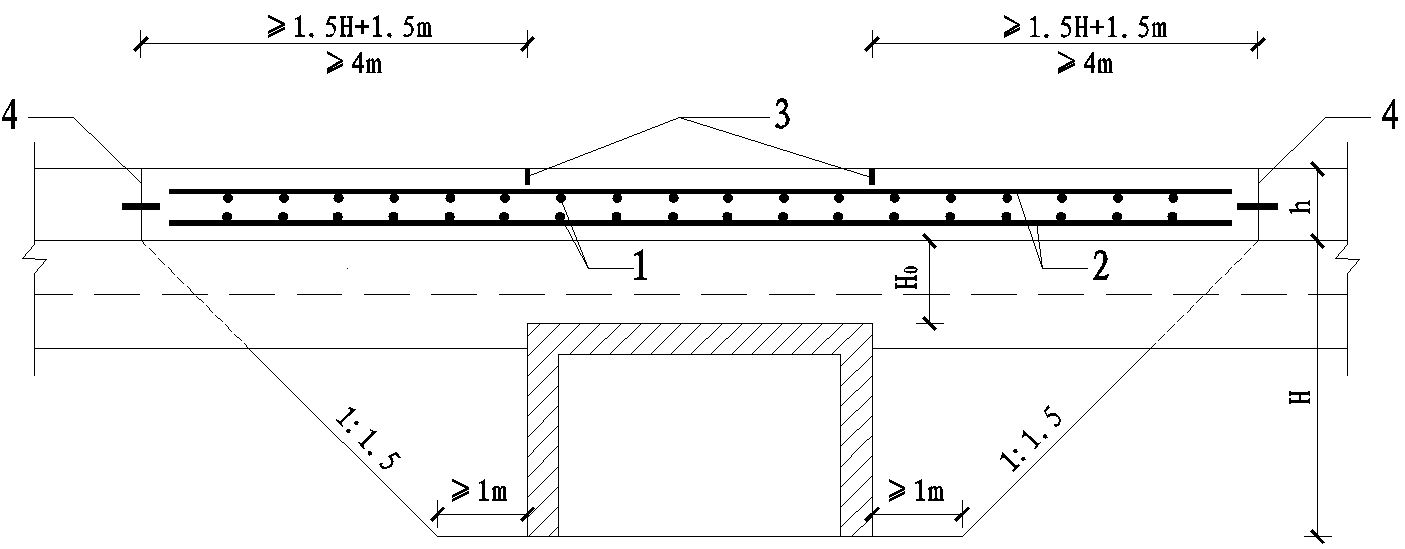


图6.4.2-3 路面下有构造物的面层配筋（H0＜800mm）（尺寸单位：mm）

1—横筋；2—纵筋；3—切缝；4—缩缝；

h—面层厚度；H、H0—面层底面到构造物底面、顶面的距离

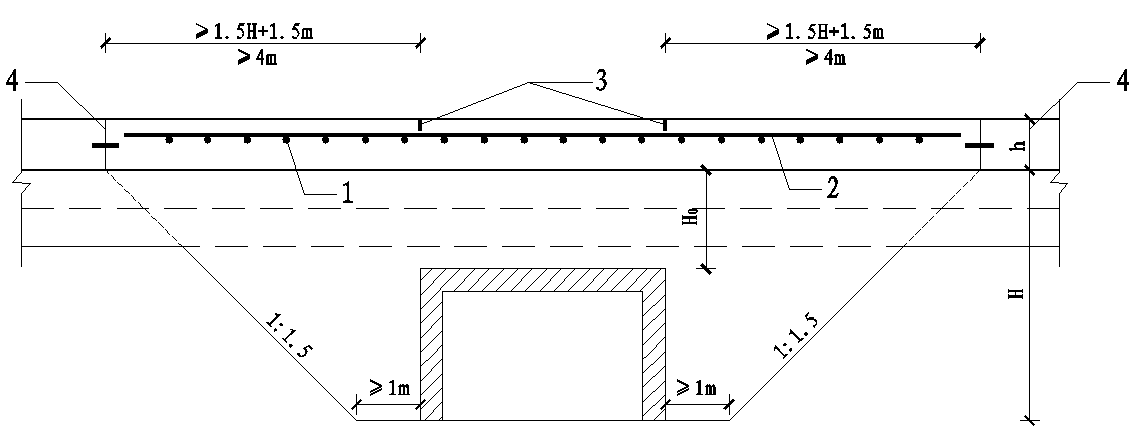


图6.4.2-4 路面下有构造物的面层配筋（800mm≤H0≤1600mm）（尺寸单位：mm）

1—横筋；2—纵筋；3—切缝；4—缩缝；

h—面层厚度；H、H0—面层底面到构造物底面、顶面的距离

**4** 公交车停靠站范围内的面层内应设置双层钢筋网。

**5** 雨水口和检查井周围面层应设置不设传力杆的胀缝，并应在1.0m范围内设置双层钢筋网。

**6**单层钢筋网应设置在距混凝土面层顶面1/4~1/3厚度处，双层钢筋网应分别设置在距混凝土面层顶面和底面1/4~1/3厚度处，钢筋宜采用直径为12mm的热轧带肋钢筋，间距宜为100mm~200mm。

**6.4.3** 钢筋混凝土面层配筋布置应符合下列规定：

**1** 钢筋混凝土面层的配筋量应按下式确定：

（6.4.3）

式中：——每延米混凝土面层宽（或长）所需的钢筋面积（mm2）；

——计算纵向钢筋时，为横缝间距（m）；计算横向钢筋时，为无拉杆的纵缝或自由边之间的距离（m）；

——面层厚度（mm）；

——面层与基层之间的摩阻系数，按表6.4.3-1选用；

——钢筋的屈服强度（MPa），按表6.4.3-2选用。

表6.4.3-1面层与基层之间的摩阻系数经验参考值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基层材料 | 取值范围 | 代表值 |
| 级配碎石、级配砾石或碎砾石 | 0.5~4.0 | 2.5 |
| 沥青混凝土、沥青碎石 | 2.5~15 | 7.5 |
| 无机结合料稳定粒料 | 3.5~13 | 8.9 |
| 贫混凝土、碾压混凝土 | 3.0~20 | 8.5 |

注：当基层不是沥青混合料，但基层与面层间设置沥青隔层时，摩阻系数按照沥青混合料基层时选取。

表6.4.3-2钢筋强度和弹性模量经验参考值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 钢筋种类 | 钢筋直径*d*（mm） | 屈服强度*fsy*（MPa） | 弹性模量*Es*（MPa） |
| HPB300 | 6~22 | 300 | 2.1×105 |
| HRB400 | 6~50 | 400 | 2.0×105 |
| HRB500 | 500 |

**2** 纵向和横向钢筋宜采用相同或相近的直径，直径差不应大于4mm。钢筋的最小直径和最大间距，应符合表6.4.3-3的规定。钢筋的最小间距宜为集料最大粒径的2倍。

表6.4.3-3钢筋最小直径和最大间距（mm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 钢筋类型 | 最小直径 | 纵向最大间距 | 横向最大间距 |
| 热轧光圆钢筋（HPB） | 8 | 150 | 300 |
| 热轧带肋钢筋（HRB） | 12 | 350 | 600 |

**3** 纵向钢筋应设在面层顶面下1/3~1/2厚度范围内；横向钢筋应位于纵向钢筋之下；纵向钢筋的搭接长度宜大于35倍钢筋直径；边缘钢筋至纵缝或自由边的距离宜为100mm～150mm。

**6.4.4** 连续配筋混凝土面层的钢筋布置、纵向配筋量应符合下列规定：

**1** 纵向钢筋配筋率，中等交通荷载等级宜为0.6%～0.7%，重交通荷载等级宜为0.7%～0.8%，特重交通荷载等级宜为0.8%～1.0%；冰冻地区路面的配筋率宜高于一般地区0.1%；当用于复合式面层的下面层时，其纵向配筋率可降低0.1%。配筋率的具体计算方法宜符合本标准附录H的规定。

**2**纵向和横向钢筋均应采用热轧带肋钢筋，直径宜为12mm～20mm。纵向钢筋距面层顶面应大于90mm，且不应大于1/2面层厚度，纵向钢筋间距不应大于250mm，且不应小于集料最大粒径的2.5倍。横向钢筋应位于纵向钢筋之下，宜斜向设置；横向钢筋间距宜为300mm～600mm。边缘钢筋至纵缝或自由边的距离宜为100mm～150mm。

## 6.5接缝设计

**6.5.1** 接缝设计应包括纵向接缝、横向接缝、交叉口接缝和端部接缝。

**6.5.2** 普通混凝土、钢筋混凝土、碾压混凝土、钢纤维混凝土和透水水泥混凝土面层宜采用矩形，城市广场和公共停车场宜采用正方形。纵向和横向接缝应垂直相交，纵缝两侧的横缝不得错位。

**6.5.3** 纵向接缝有纵向施工缝和纵向缩缝两种形式，间距宜为3.0m～4.5m，且不宜设置在轮迹带上，并应符合下列规定：

**1** 当一次铺筑宽度小于路面宽度时，应设置纵向施工缝。纵向施工缝宜采用设拉杆平缝形式，上部应锯切槽口，深度宜为30mm~40mm，宽度宜为3mm~8mm，槽内应灌塞填缝料（图6.5.3-1）。

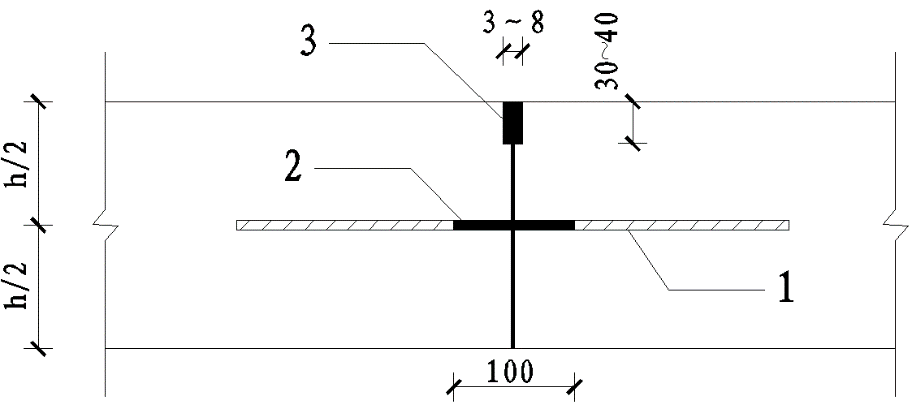


图6.5.3-1 纵向施工缝（尺寸单位：mm）

1—拉杆；2—防锈涂料；3—填缝料

**2** 当一次铺筑宽度大于4.5m时，应设置纵向缩缝。纵向缩缝应采用设拉杆假缝形式，槽口深度应大于施工缝的槽口深度。当采用粒料基层时，槽口深度应为1/3 h；当采用半刚性基层时，槽口深度应为2/5 h（图6.5.3-2）。

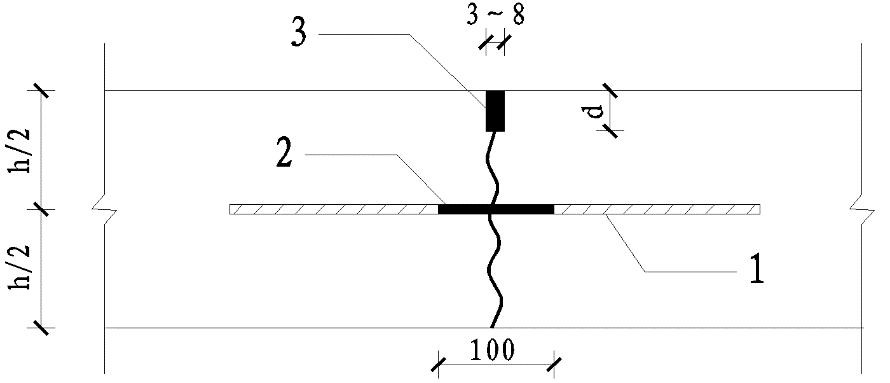


图6.5.3-2纵向缩缝（尺寸单位：mm）

1—拉杆；2—防锈涂料；3—填缝料；d—切缝深度

**3**当碾压混凝土、钢纤维混凝土面层一次摊铺大于7.5m时，应设置纵向缩缝。

**4** 纵缝应与路线中线平行，纵缝的间距和形式应保持一致。当路面有变宽时，加宽板应采用纵向施工缝隔开，起终点处的宽度不应小于1m。

**5**  拉杆应采用热轧带肋钢筋，宜设在面层中央，应对拉杆中部100mm范围内进行防锈处理。拉杆的直径、长度和间距，可按表6.5.3选用。当施工布设时，拉杆间距应按横向接缝的实际位置予以调整，最外侧的拉杆距横向接缝的距离不得小于100mm。

表6.5.3拉杆直径、长度和间距（mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 面层厚度（mm） | 拉杆 | 到自由边或未设拉杆纵缝的距离（m） | | | | | |
| 3.00 | 3.50 | 3.75 | 4.50 | 6.00 | 7.50 |
| 180~250 | 直径（mm） | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| 长度（mm） | 700 | 700 | 700 | 700 | 700 | 700 |
| 间距（mm） | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 |
| 260~300 | 直径（mm） | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 长度（mm） | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| 间距（mm） | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 |

**6** 连续配筋混凝土面层的纵缝拉杆可由板内横向钢筋延伸穿过接缝代替。

**7** 拓宽改造工程中的机动车道范围内的旧混凝土路面与新混凝土路面之间的纵向接缝应设置拉杆。

**6.5.4** 横向接缝可分为横向缩缝、横向胀缝和横向施工缝三种形式，横向接缝的设置应符合下列规定：

**1** 横向接缝的间距宜按表6.5.4-1选取，

表6.5.4-1横向接缝间距

|  |  |
| --- | --- |
| 面层类型 | 横向接缝间距 |
| 普通水泥混凝土路面、透水水泥混凝土路面 | 4m～6m，面层板的长宽比不宜超过1.35，平面面积不宜大于25㎡ |
| 钢筋混凝土路面 | 6m～15m，面层板的长宽比不宜超过2.5，平面面积不宜大于45㎡ |
| 碾压混凝土路面 | 6m～10m |
| 钢纤维混凝土路面 | 6m～10m |

**2** 横向缩缝应采用假缝形式。特重和重交通荷载道路的横向缩缝、中等和轻交通荷载道路邻近胀缝或自由端部的3条缩缝，应采用设传力杆假缝形式（图6.5.4-1）。其他情况可采用不设传力杆假缝形式（图6.5.4-2）。

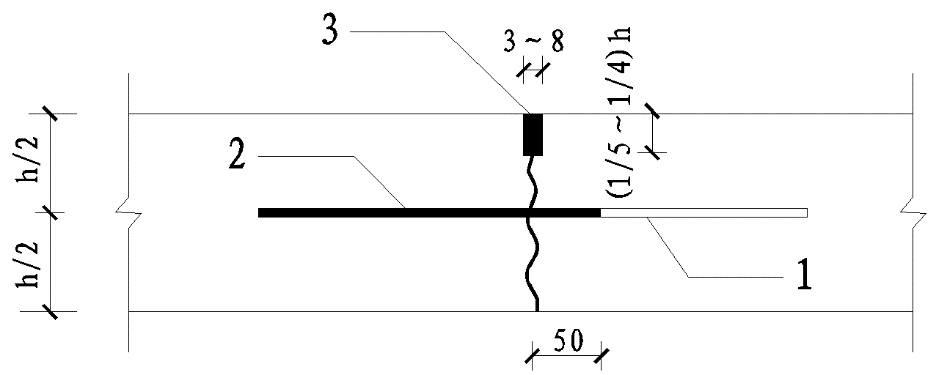


图6.5.4-1横向缩缝构造—设传力杆假缝型（尺寸单位：mm）

1—传力杆；2—防锈涂料；3—填缝料

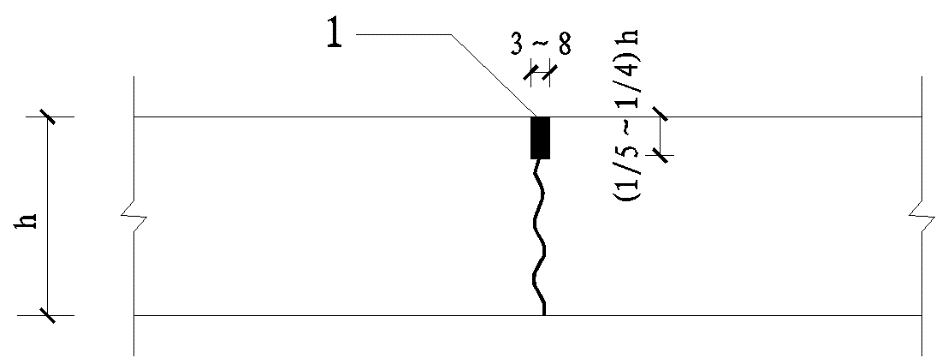
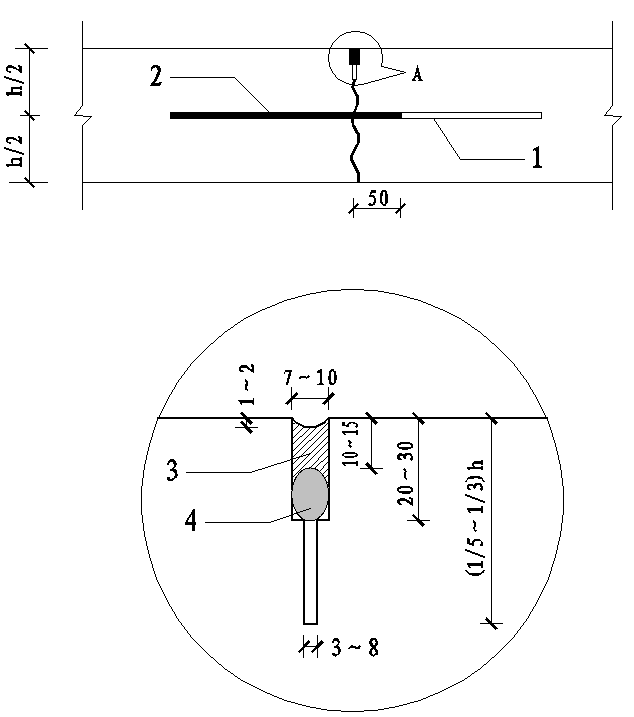
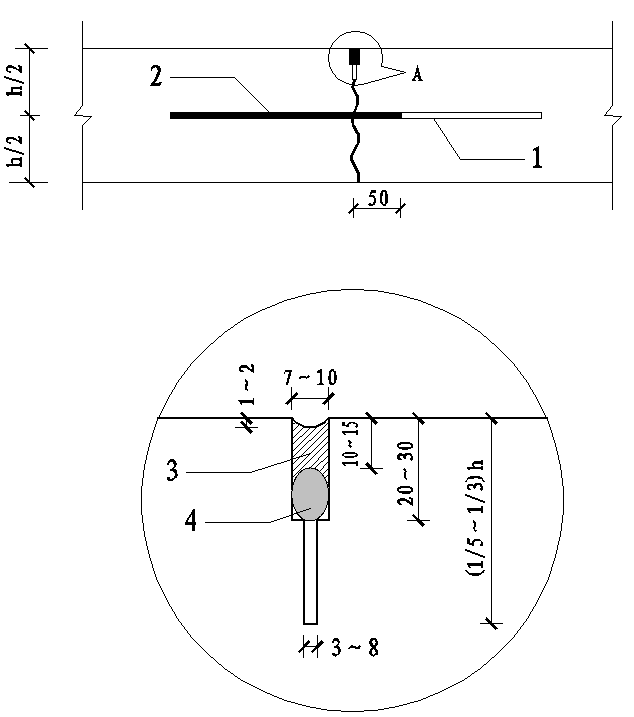


图6.5.4-2横向缩缝构造—不设传力杆假缝型（尺寸单位：mm）

1—填缝料

**3** 横向缩缝顶部应锯切槽口，槽内应填塞填缝料。快速路、主干路的横向缩缝槽口宜采用二次锯切成型方式成型的浅槽口（图6.5.4-3）。





A大样图

图6.5.4-3二次锯切槽口构造（尺寸单位：mm）

1—传力杆；2—防锈涂料；3—填缝料；4—背衬垫条

**4** 在邻近桥梁或其他固定构造物处或与其他道路相交处、板厚改变处、小半径平曲线处应设置横向胀缝。胀缝宽宜为20mm，缝内应设置填缝板和可滑动的传力杆（图6.5.4-4）。

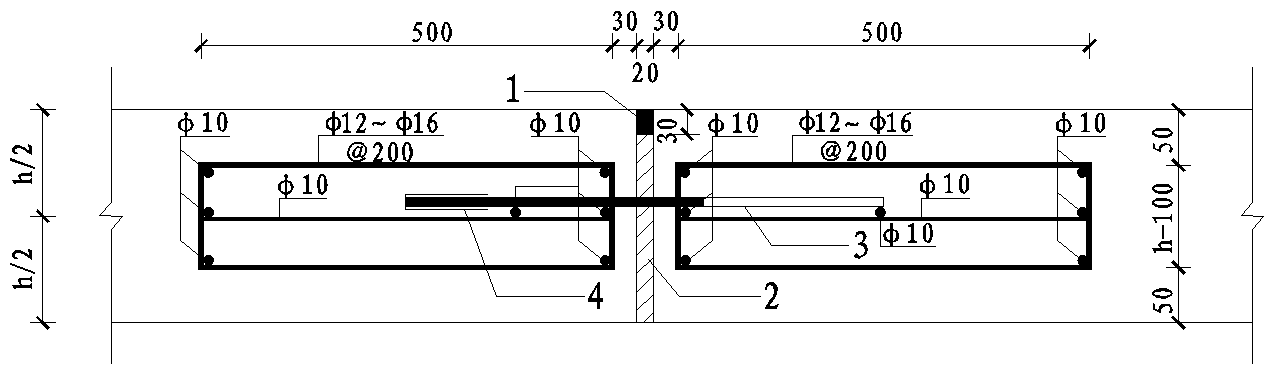


图6.5.4-4 胀缝构造（尺寸单位：mm）

1—填缝料；2—填缝板；3—传力杆；4—套筒

**5** 传力杆应采用热轧光圆钢筋，最小长度宜为400mm。直径和间距可按表6.5.4-2选用。最外侧传力杆距纵向接缝或自由边的距离宜为150 mm ~250mm。

表6.5.4-2传力杆直径和间距（mm）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 面层厚度 | 缩缝 | | 胀缝 | |
| 传力杆直径 | 传力杆最大间距 | 传力杆直径 | 传力杆最大间距 |
| ≤220 | 22 | 300 | 25 | 250 |
| 230~240 | 25 | 300 | 25 | 250 |
| 250~260 | 25 | 300 | 28 | 250 |
| 270~280 | 25 | 300 | 28 | 250 |
| ≥300 | 28 | 300 | 28 | 250 |

**6** 每日施工结束或因临时原因中断施工时，应设置横向施工缝，位置应选在缩缝或胀缝处。设在缩缝处的施工缝，应采用传力杆的平缝形式（图6.5.4-5）；设在胀缝处的施工缝，其构造应与胀缝相同（图6.5.4-4）。

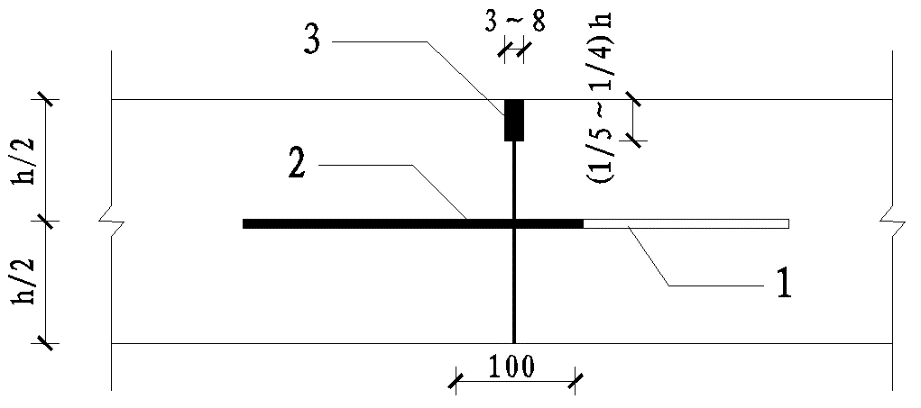


图6.5.4-5横向施工缝构造（尺寸单位：mm）

1—传力杆；2—防锈涂料；3—填缝料

**6.5.5** 交叉口接缝布设应符合下列规定：

**1** 当两条道路相交时，纵缝宜连贯，两条道路的纵横缝宜垂直，互不错位。当出现错缝和锐角板时，应按本标准第6.4.2条加设防裂钢筋或角隅钢筋。

**2** 混凝土板分块不宜过小，最小边长不应小于1.5m，与主要行车方向垂直的边长不应大于4.0m。

**3** 次要道路交叉口转角起终点处的横向接缝，应采用胀缝形式。当膨胀量大时，应在直线段连续布置2~3条胀缝。

**6.5.6** 端部接缝应符合下列规定：

**1** 当与固定构造物相衔接的胀缝无法设置传力杆时，可在毗邻构造物的板端部内配置双层钢筋网；或在长度约为6h~10h的范围内将面层厚度逐渐增加至1.2h（图6.5.6-1）。

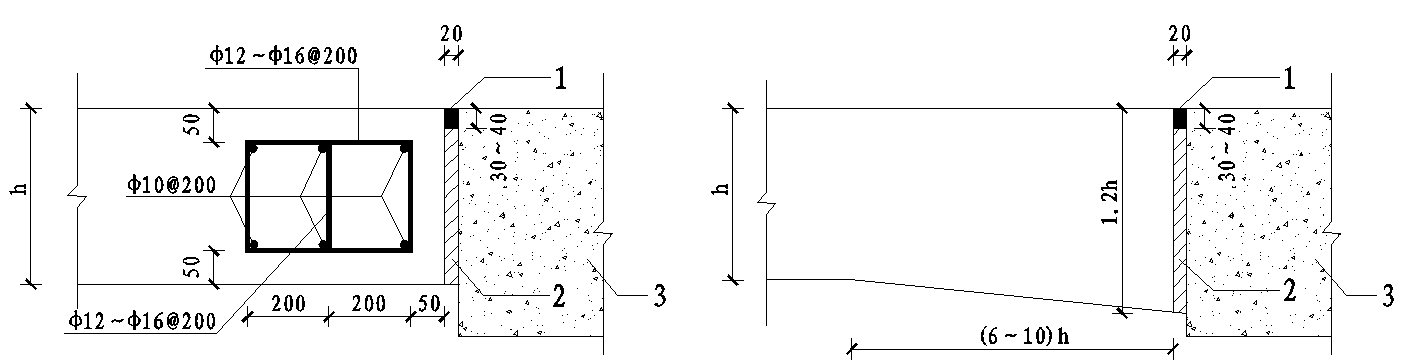
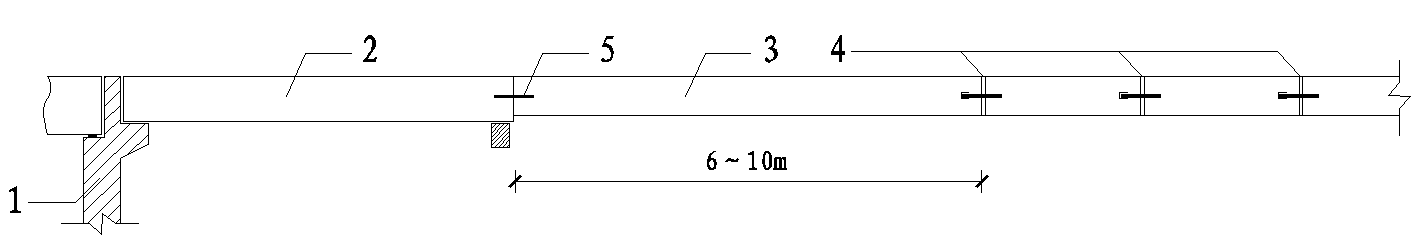


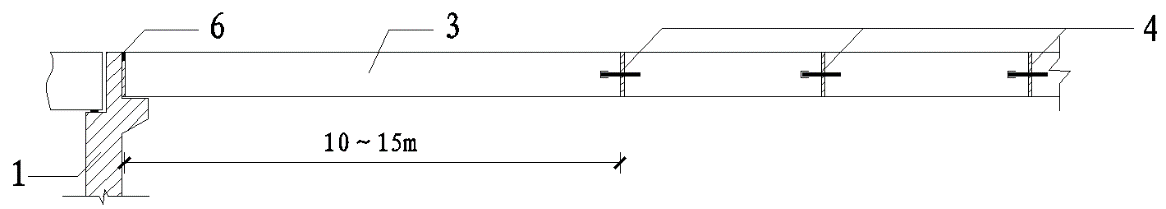
图6.5.6-1邻近构造物胀缝构造（尺寸单位：mm）

1—填缝料；2—填缝板；3—固定构造物（示意）

**2** 当混凝土路面与桥梁相接，桥头设有搭板时，应在搭板与混凝土面层板之间设置长6m~10m的钢筋混凝土面层过渡板。过渡板与搭板间的横缝采用设拉杆平缝形式（图6.5.6-2a），与混凝土面层间的横缝宜连续设置1条~3条设传力杆的胀缝。当桥头未设搭板时，宜在混凝土面层与桥台之间设置长10m~15m的钢筋混凝土面层板（图6.5.6-2b）。当桥梁为斜交时，钢筋混凝土板的锐角部分应采用钢筋网补强。



（a）设搭板桥头



（b）未设搭板桥头

图6.5.6-2与桥梁相接段的构造布置（尺寸单位：mm）

1—桥台（示意）；2—搭板；3—过渡板；4—设传力杆胀缝；5—拉杆；6—填缝板

**3** 当水泥混凝土路面与沥青混凝土路面相接时，应设置不少于3m的过渡段（图6.5.6-3）。

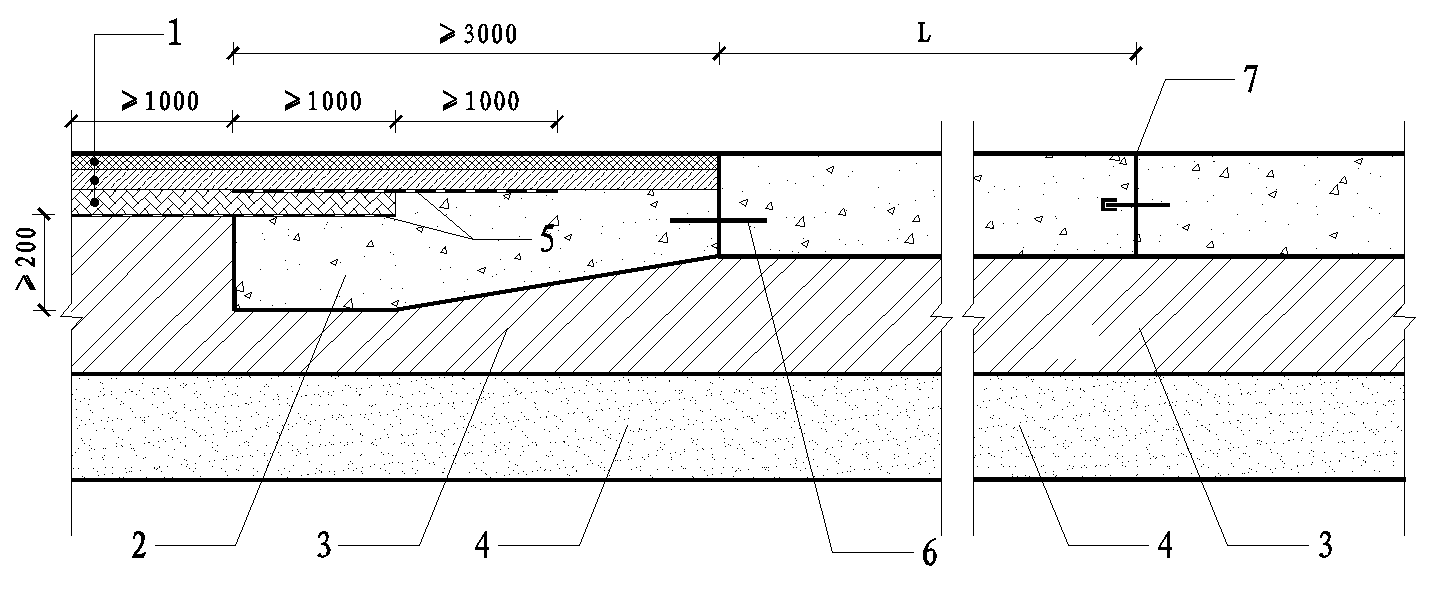


图6.5.6-3与沥青路面相接段的构造布置（尺寸单位：mm）

1—沥青面层；2—现浇混凝土；3—基层；4—底基层或垫层；

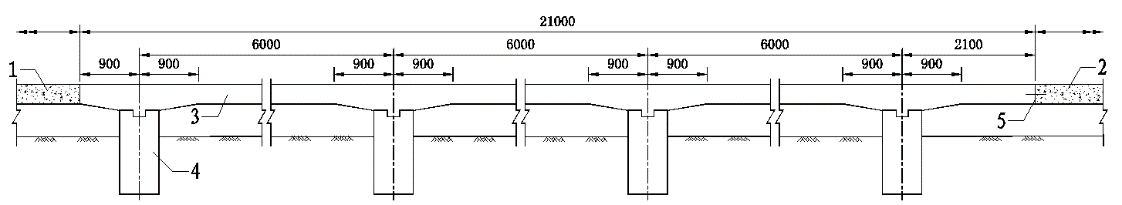
5—玻璃纤维土工格栅；6—拉杆；7—设传力杆胀缝

**4** 连续配筋混凝土面层与其他类型路面或构造物相连接的端部，应设置锚固结构。端部锚固结构可采用钢筋混凝土地梁、宽翼缘工字钢梁接缝、毛勒缝等形式，并应符合下列规定：

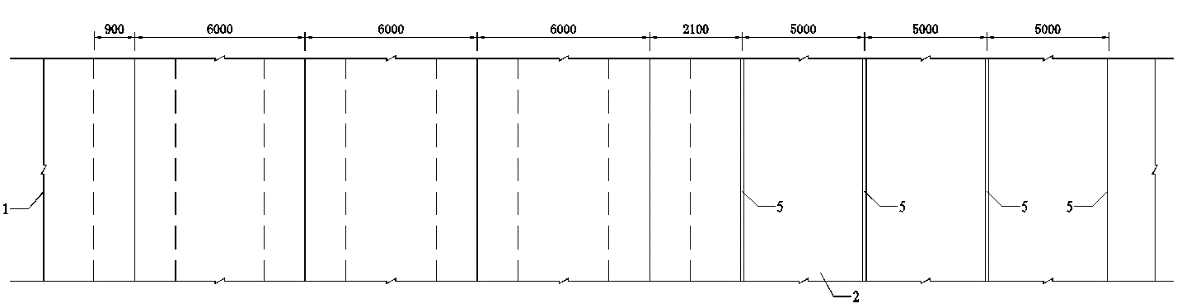
1）钢筋混凝土地梁宜采用3~5个，梁宽宜为400mm~600mm，梁高宜为1200mm~1500mm，间距宜为5m~6m；地梁与连续配筋混凝土面层宜连成整体（图6.5.6-4）。

2）宽翼缘工字钢梁的底部应锚人钢筋混凝土枕梁内，枕梁长宜为3m、厚宜为200mm；钢梁腹板与连续配筋混凝土面层端部间应填入胀缝材料（图6.5.6-5、图6.5.6-6）。

3）毛勒缝的锚固构件应与普通混凝土及连续配筋混凝土的钢筋网连接牢固，必要时可增设钢筋笼，钢筋网与毛勒缝应形成稳固整体。毛勒缝安装后的缝宽应根据温度控制在25mm～35mm 范围内。安装就位后，预留槽应采用 C50 钢纤维混凝土浇筑（图6.5.6-7）。



（a）锚固段纵断面



（b）锚固段与毗邻板平面

图6.5.6-4钢筋混凝土地梁锚固（尺寸单位：mm）

1—连续配筋混凝土面层；2—水泥混凝土路面；3—锚固段混凝土路面；4—地梁；5—胀缝

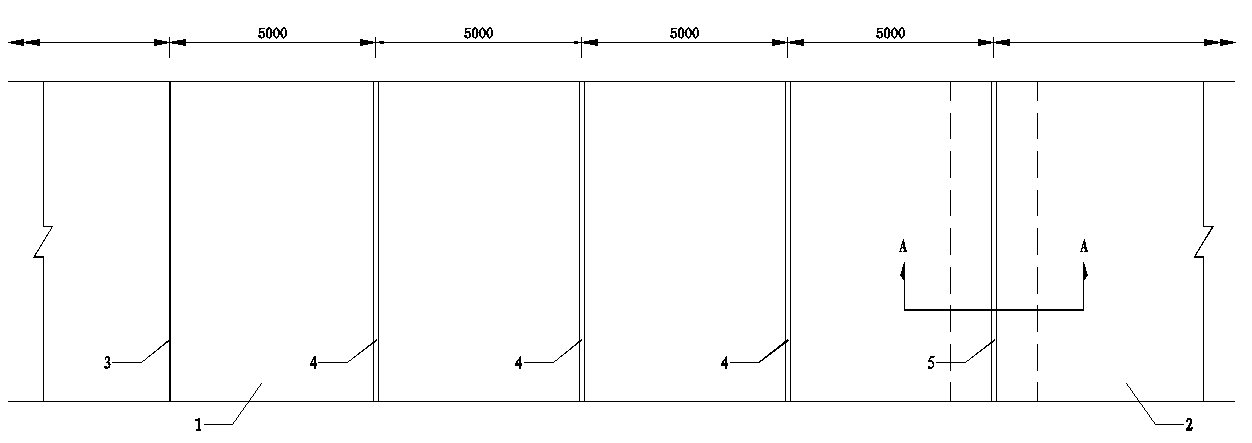


图6.5.6-5连续配筋混凝土段与毗邻板平面图（尺寸单位：mm）

1—钢筋混凝土面层；2—连续配筋混凝土面层；3—缩缝；4—胀缝；5—钢梁锚固或毛勒缝

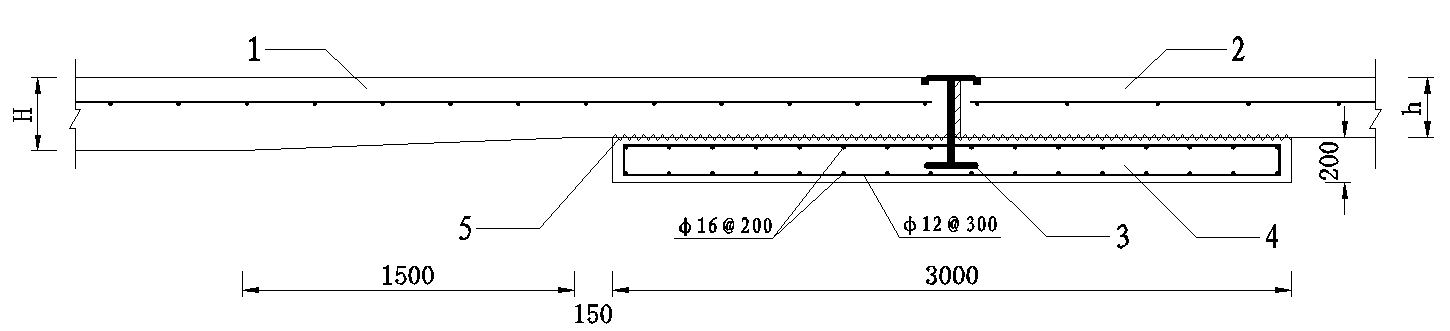
****

图6.5.6-6宽翼缘工字钢梁锚固（尺寸单位：mm）

1—钢筋混凝土面层；2—连续配筋混凝土面层；3—镀锌通用钢梁；4—枕梁；5—薄膜隔层

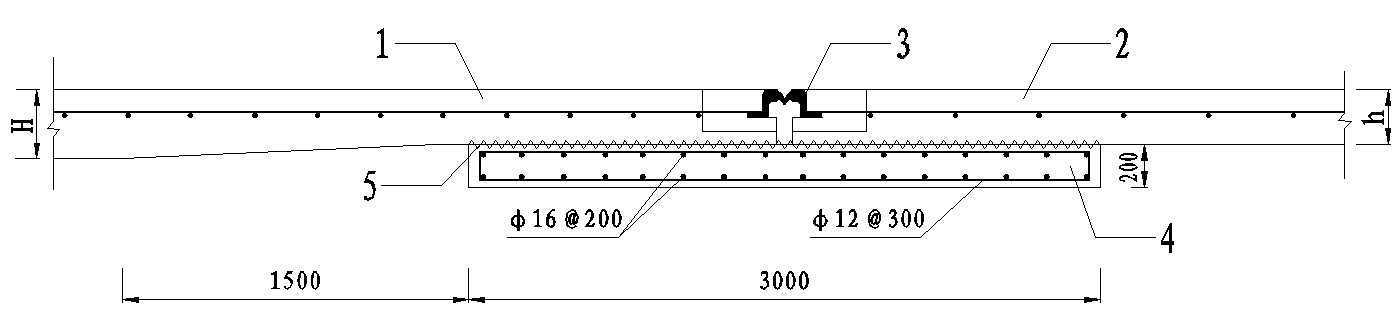


图6.5.6-7毛勒缝构造（尺寸单位：mm）

1—钢筋混凝土面层；2—连续配筋混凝土面层；3—毛勒缝；4—枕梁；5—薄膜隔层

**6.5.7** 当透水水泥混凝土面层与侧沟、建筑物、雨水口、铺面的砌块、沥青铺面等其他构造物连接处或面层施工长度超过30m时，应设置胀缝。

## 6.6加铺层结构设计

**6.6.1** 在进行旧混凝土路面加铺层设计之前，应调查下列内容：

**1** 道路修建和养护技术资料：路面结构和材料组成、接缝构造及养护历史等；

**2** 路面损坏状况、损坏类型、轻重程度、范围及修补措施等；

**3** 路面结构强度：路表弯沉、接缝传荷能力、板底脱空状况、面层厚度和混凝土强度等；

**4** 已承受的交通荷载及预计的交通需求：交通量、轴载组成及增长率等；

**5** 沿线气候条件、地下水位以及路基和路面的排水状况等环境条件；

**6** 沿线跨线桥、隧道的净空以及道路沿线标高要求等。

**6.6.2** 路面损坏状况调查评定应符合下列规定：

**1** 旧混凝土路面的损坏状况应采用断板率和平均错台量两项指标评定。

**2** 路面损坏状况宜分为4个等级，各个等级的断板率和平均错台量的标准应按表6.6.2分级。

表6.6.2路面损坏状况分级标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 等级 | 优良 | 中 | 次 | 差 |
| 断板率（%） | ≤5 | 5~10 | 10~20 | ＞20 |
| 平均错台量（mm） | ≤3 | 3~7 | 7~12 | ＞12 |

**6.6.3** 接缝传荷能力与板底脱空状况调查评定应符合下列规定：

**1** 旧混凝土面层板的接缝传荷能力和板底脱空状况应采用弯沉测试法调查评定。弯沉测试宜采用落锤式弯沉仪。

**2** 测定接缝传荷能力的试验荷载应接近于设计轴载的一侧轮载。将荷载施加在邻近接缝的路面表面，实测接缝两侧边缘的弯沉值。接缝的传荷系数应按下式计算：

*kj =×*100% （6.6.3）

式中： *kj*——接缝传荷系数（%）；

——未受荷板接缝边缘处的弯沉值（0.01mm）；

——受荷板接缝边缘处的弯沉值（0.01mm）。

**3** 旧混凝土面层的接缝传荷能力标准应按表6.6.3分为4个等级。

表6.6.3 接缝传荷能力分级标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 等级 | 优良 | 中 | 次 | 差 |
| 接缝传荷系数 *kj*（%） | >80 | 60~80 | 40~60 | <40 |

**4** 板底脱空可根据面层板角隅处的多级荷载弯沉测试结果，并应根据唧泥和错台程度以及接缝传荷能力进行判别。

**6.6.4** 旧混凝土路面结构参数调查应符合下列规定：

**1** 旧混凝土面层厚度的标准值可根据钻孔芯样的量测高度按下式计算确定：

（6.6.4-1）

式中：—旧混凝土面层量测厚度的标准值（mm）；

—旧混凝土面层量测厚度的均值（mm）；

—旧混凝土面层厚度量测值的标准差（mm）。

**2** 旧混凝土面层弯拉强度的标准值可采用钻孔芯样的劈裂试验测定结果按下列公式计算确定：

（6.6.4-2）

（6.6.4-3）

式中：——旧混凝土弯拉强度标准值（MPa）；

——旧混凝土劈裂强度标准值（MPa）；

——旧混凝土劈裂强度测定值的均值（MPa）；

——旧混凝土劈裂强度测定值的标准差（MPa）。

**3** 旧混凝土的弯拉弹性模量标准值可按下式计算：

（6.6.4-4）

式中：***Ec***——旧混凝土面层的弯拉弹性模量标准值（MPa）；

***fr***——旧混凝土面层的弯拉强度标准值（MPa）。

**4** 旧混凝土路面基层顶面的当量回弹模量标准值，宜采用标准荷载100kN和承载板半径150mm的落锤式弯沉仪量测板中荷载作用下的弯沉曲线，应按下列公式计算确定：

 （6.6.4-5）

 （6.6.4-6）

式中：*Et*——基层顶面的当量回弹模量标准值（MPa）；

*SI*——路面结构的荷载扩散系数；

*w0*——荷载中心处弯沉值（m）；

*w300、w600、w900*——距离荷载中心300mm、600mm和900mm处的弯沉值（0.01mm）。

**6.6.5** 加铺层应根据使用要求、旧混凝土路面的损坏状况和接缝传荷能力评定等级，宜按表6.6.5选用分离式或结合式水泥混凝土加铺结构，或沥青混凝土加铺结构，经技术经济比较后选定。

表6.6.5 加铺方案选择

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 损坏状况和接缝传荷能力评定等级 | 加铺方案 | | | |
| 结合式水泥混凝土加铺 | 分离式水泥混凝土加铺 | 沥青混凝土加铺 | 破碎后用做基层或底基层 |
| 优良 | √ | √ | √ | ― |
| 中 | ― | √ | √ | ― |
| 次 | ― | ― | √ | ― |
| 差 | ― | ― | ― | √ |

**6.6.6** 当旧水泥混凝土面层损坏状况评定为差时，宜选用打裂压稳方案或碎石化方案处治旧混凝土路面，将破碎后的旧路面用做改建路面的基层或底基层。

**6.6.7** 加铺时必须对旧水泥混凝土路面进行综合处治，处治后的旧混凝土路面应满足接缝传荷系数达到优良以上、板角弯沉值小于15（0.01mm）时,方可进行加铺。

**6.6.8**  旧水泥混凝土路面加铺沥青混凝土应符合下列规定：

**1** 根据破损调查和承载能力测试资料，旧水泥混凝土路面加铺层设计宜符合表6.6.8的规定。当路面结构承载能力不能满足现有交通要求，应采取补强层措施。

表6.6.8 不同路面破损条件下旧水泥混凝土路面处理方法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 旧路面状况 | 评价等级 | 平均弯沉值（0.01mm） | 修补方法 |
| 路面破损  状况 | 优和良 | 20~45 | 局部处理：更换破碎板、修补开裂板块、脱空板灌浆，使处治后的路段代表弯沉值低于20（0.01mm），然后加铺沥青层。 |
| 中及中  以下 | > 45 | 采取打裂或各种碎石化技术将混凝土板打碎，压实，然后加铺 |
| 接（裂）缝传荷能力不足 | － | ≥6 | 压浆填封，或增加传力杆，或采取打裂工艺消除垂直、水平方向变形，然后加铺沥青层 |
| 板底脱空 | － | － | 灌浆或打裂工艺、压实，消除垂直、水平方向变形，使路面稳定，然后加铺沥青层 |

**2**沥青加铺层可设单层、双层或三层沥青面层，应根据具体情况增加调平层或补强层等。在稳定的旧水泥混凝土板上加铺沥青层时，对快速路、主干路厚度不宜小于100mm，其他道路不宜小于70mm。沥青加铺层下旧水泥混凝土板的应力分析应按本标准附录J进行。

**3** 在旧水泥混凝土路面上加铺沥青层时宜采用热沥青、改性乳化沥青或改性沥青做粘层。宜设置20mm~25mm厚的聚合物改性沥青应力吸收层、橡胶沥青应力吸收层，或铺设长纤维无纺聚酯类土工织物等。

**4** 路面状况评价等级为中及以下的旧水泥混凝土沥青加铺设计宜符合下列规定：

1）当旧路面板接缝或裂缝处平均弯沉大于45（0.01mm），且小于或等于70（0.01mm）时，宜采取打裂措施，消除旧混凝土板脱空，与基层紧密结合稳定后，再加铺结构层。

2）当旧路面板接缝或裂缝处平均弯沉大于70（0.01mm）或旧混凝土板破碎严重时，可采用碎石化技术将旧路面板破碎成小块或碎石，作为下基层或垫层用。

**6.6.9** 分离式混凝土加铺层结构设计应符合下列规定：

**1** 在旧混凝土面层与加铺层之间应设置隔离层。隔离层材料宜选用沥青混凝土，厚度不宜小于40mm。

**2** 分离式混凝土加铺层的接缝形式和位置，应按新建混凝土面层的要求布置。

**3** 加铺层可采用普通混凝土、钢纤维混凝土、钢筋混凝土和连续配筋混凝土。普通混凝土、钢筋混凝土和连续配筋混凝土加铺层的厚度不宜小于180mm；钢纤维混凝土加铺层的厚度不宜小于140mm。

**4** 加铺层和旧混凝土面层应力分析，应按分离式双层板进行，计算方法应符合本标准附录G的规定。旧混凝土板的厚度、混凝土的弯拉强度和弹性模量标准值以及基层顶面当量回弹模量标准值，应采用旧混凝土路面的实测值，并应按本标准第6.6.4条的规定确定。加铺层混凝土的弯拉强度标准值应符合本标准表6.3.9-4的规定。加铺层的设计厚度，应保证加铺层和旧混凝土板的应力均满足本标准式6.3.9-1、6.3.9-2的要求。

**6.6.10** 结合式混凝土加铺层结构设计应符合下列规定：

**1** 应采用铣刨、喷射高压水或钢珠、酸蚀等方法，打毛清理旧混凝土面层表面，应在清理后的表面涂敷黏结剂，使加铺层与旧混凝土面层结合成整体。

**2** 加铺层的厚度不宜小于80mm。加铺层的接缝形式和位置应与旧混凝土面层的接缝完全对齐，加铺层内可不设拉杆或传力杆。

**3**  加铺层宜采取布设钢筋网或采用钢纤维混凝土等防裂措施。

**4** 加铺层和旧混凝土板的应力分析，应按结合式双层板进行，计算方法应符合本标准附录G的规定。旧混凝土板的厚度、混凝土的弯拉强度和弹性模量标准值以及基层顶面当量回弹模量标准值，应采用旧混凝土路面的实测值，按本标准第6.6.4条的规定的方法确定。加铺层的设计厚度，应保证旧混凝土板的应力满足本标准式6.3.9-1、式6.3.9-2的要求。

## 6.7施工

**6.7.1** 施工准备应符合下列规定：

**1** 普通水泥混凝土路面、钢筋混凝土路面、连续配筋混凝土路面和纤维混凝土路面等铺筑前，基层或垫砂层表面模板位置、高程等应符合设计要求，钢筋、预埋胀缝板位置应正确，混凝土搅拌、运输与摊铺设备状况应良好。

**2** 次干路及以上水泥混凝土面层施工前，应制订试验路段的施工方案和质量检测计划，并应铺筑试验路段。支路施工前宜铺筑试验路段。试验路段长度不应小于100m，快速路与主干路宜在主线路面以外进行试铺。

**6.7.2** 模板施工应符合下列规定：

**1** 模板应符合下列规定：

**1**）模板应与混凝土的摊铺机械相匹配，模板高度应为混凝土板设计厚度。

**2**）钢模板应直顺、平整，每1m设置1处支撑装置。

**3**）木模板直线部分板厚不宜小于50mm，每0.8m~1.0m应设1处支撑装置；弯道部分板厚宜为15mm~30mmm，每0.5m~0.8m应设1处支撑装置，模板与混凝土接触面及模板顶面应刨光。

**2** 模板安装应符合下列规定：

**1）**支模前应核对路面标高、面板分块、胀缝和构造物位置。

**2**）模板应安装稳固、顺直、平整、无扭曲，相邻模板连接应紧密平顺，不应错位。

**3**）严禁在层上挖槽嵌入模板。

**4**）使用轨道摊铺机应采用专用钢制轨模。

**5）**模板安装完毕，应进行检验，合格后方可使用。

**6）**混凝土抗压强度达8.0MPa及以上方可拆模。当缺乏强度实测数据时，侧模允许最早拆模时间宜符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术规范》JTG F30的相关规定。

**6.7.3** 钢筋安装应符合下列规定：

**1** 钢筋安装前应检查其原材料品种、规格与加工质量，确认符合设计规定。

**2** 钢筋网、角隅钢筋等安装应牢固、位置准确。钢筋安装后应进行检查，合格后方可使用。

**3** 传力杆安装应牢固、位置准确。胀缝传力杆应与胀缝板、提缝板一起安装。

**4** 钢筋加工允许偏差与钢筋安装允许偏差应符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术规范》的相关规定。

**6.7.4** 混凝土搅拌与运输应符合下列规定：

**1** 应根据工程规模、施工工艺和进度要求合理配备拌和设备，选择具备资质、混凝土质量稳定的搅拌站供应。

**2** 现场自行设立搅拌站应具备供水、供电、排水、运输道路和分仓堆放砂石料及搭建水泥仓的条件，搅拌站管理、生产和运输能力应满足浇筑作业需要。

**3** 混凝土搅拌所用外加剂的使用应符合下列规定：

**1)**高温施工时，混凝土搅拌物的初凝时间不得小于3h；低温施工时，终凝时间不得大于10h。

**2)**外加剂的掺量应由混凝土试配试验确定。

**3)当**引气剂与减水剂或高效减水剂等外加剂复配在同一水溶液中时，不应发生絮凝现象。

**4** 混凝土配合比参数的计算应符合下列规定：

**1)** 水灰比应在满足弯拉强度计算值和本标准第6.2.8条规定混凝土耐久性两者要求的水灰比中取小值。水灰比应按下列公式计算：

碎石或碎砾石混凝土水灰比计算：

（6.7.4-1）

砾石混凝土水灰比计算：

（6.7.4-2）

式中：水灰比；

fs水泥实测28d弯拉强度(MPa)；

fc配制28d弯拉强度的均值(MPa)。

**2)** 砂率应根据砂的细度模数和粗集料种类按表6.7.4-1取值。

表6.7.4-1 砂的细度模数与最优砂率关系

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 砂细度模数 | | 2.2~2.5 | 2.5~2.8 | 2.8~3.1 | 3.1~3.4 | 3.4~3.7 |
| 砂率Sp（%） | 碎石 | 30~40 | 32~36 | 34~38 | 36~40 | 38~42 |
| 砾石 | 28~32 | 30~34 | 32~36 | 34~38 | 36~40 |

**3)** 根据粗集料种类和表6.7.4-2规定的适宜坍落度，且砂石料以自然风干状态计，应分别按下列经验公式计算单位用水量：

不掺外加剂和掺合料的碎石混凝土单位用水量：

（6.7.4-3）

不掺外加剂和掺合料的砾石混凝土单位用水量：

（6.7.4-4）

掺外加剂的混凝土单位用水量：

（6.7.4-5）

式中：W0不掺外加剂与掺合料的混凝土单位用水量（kg/m3）；

SL坍落度（mm）；

SP砂率（%）；

水灰比；

W0W掺外加剂混凝土的单位用水量（kg/m3）；

所用外加剂量的实测减水率。

表6.7.4-2 不同摊铺方式混凝土工作性及用水量要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 混凝土类型 | 项目 | 摊铺方式 | | | |
| 滑模摊铺机 | 轨道摊铺机 | 三辊轴机组摊铺机 | 小型机具  摊铺 |
| 砾石混凝土 | 出口坍落度（mm） | 20~40① | 40~60 | 30~50 | 10~40 |
| 摊铺坍落度（mm） | 5~55② | 20~40 | 10~30 | 0~20 |
| 最大用水（kg/m3） | 155 | 153 | 148 | 145 |
| 碎石混凝土 | 出口坍落度（mm） | 25~50 | 40~60 | 30~50 | 10~40 |
| 摊铺坍落度（mm） | 10~65 | 20~40 | 10~30 | 0~20 |
| 最大用水（kg/m3） | 160 | 156 | 153 | 150 |

注：①为设超铺角的摊铺机的最佳工作性。不设超铺角的摊铺机最佳坍落度砾石为10~40；碎石为10~30。②为最佳工作性允许波动范围。

**4)** 单位水泥用量应按下式计算，并应取计算值与本标准第6.2.8-3条规定值两者中的大值：

（6.7.4-6）

式中：C0单位水泥用量（kg/m3）。

W0不掺外加剂与掺合料的混凝土单位用水量（kg/m3）；

水灰比。

**5)** 砂石料用量可按密度法或体积法计算。当按密度法计算时，混凝土单位质量可取2400kg/m3~ 2450kg/m3；按体积法计算时，应计入含气量。

**6)** 重要路面应采用正交试验法进行配合比优选。

**5** 当采用真空脱水工艺时，可采取比较经验公式（6.7.4-3）和公式（6.7.4-4）计算值略大的单位用水量；在真空脱水后，扣除每立方米混凝土实际吸除的水量，剩余单位用水量和剩余水灰比分别不宜超过表6.7.4-2最大单位用水量和本标准表6.2.8-3中最大水灰比的规定。

**6** 混凝土搅拌和出料到运输、铺筑完毕的允许最长时间应符合表6.7.4-3的有关规定。透水水泥混凝土宜采用强制性搅拌机进行搅拌，新拌透水混凝土出机至作业面运输时间不宜超过30min。

表6.7.4-3 混凝土拌合物出料到运输、铺筑完毕允许最长时间(h)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 施工气温（℃） | 到运输完毕允许最长时间 | | 到铺筑完毕允许最长时间 | |
| 滑模、轨道 | 三辊轴、小机具 | 滑模、轨道 | 三辊轴、小机具 |
| 5~9 | 2.0 | 1.5 | 2.5 | 2.0 |
| 10~19 | 1.5 | 1.0 | 2.0 | 1.5 |
| 20~29 | 1.0 | 0.75 | 1.5 | 1.25 |
| 30~35 | 0.75 | 0.50 | 1.25 | 1.0 |

**7**  施工中应根据运距、混凝土搅拌能力、摊铺能力确定运输车辆的数量与配制。

**6.7.5**  普通混凝土铺筑应符合下列规定：

**1** 当采用人工小型机具施工水泥混凝土路面时，应符合下列规定：

**1）** 混凝土松铺系数宜控制在1.10~1.25；

**2）** 当摊铺厚度达到混凝土板厚度的2/3时，应拔出模内钢钎，并应填实钎洞；

**3）** 当混凝土面层分两次摊铺时，上层混凝土的摊铺应在下层混凝土初凝前完成，且下层厚度宜为总厚的3/5；

**4）** 混凝土摊铺应与钢筋网、传力杆及边缘角隅钢筋的安放相配合；

**5）** 一块混凝土上板应一次连续浇筑完毕；

**6）** 当使用插入式振捣器振捣时，不应过振，且振动时间不宜小于30s，移动间距不宜大于500mm；当使用平板振捣器振捣时，应重叠100mm~200mm，振捣器行进速度应均匀一致。

**7）** 真空脱水应在面层混凝土振捣后、抹面前进行。真空吸水后，应重新压实整平，并拉毛、压痕或刻痕。混凝土面层应拉毛、压痕或刻痕，其平均纹理深度应为1mm~2mm。

**2** 当采用三辊轴机组铺筑混凝土面层时，应符合下列规定：

**1）** 辊轴直径应与摊铺层厚度匹配；

**2）** 当采用连续振捣机时，振捣棒组宜水平或小角度布置；当采用间歇式振捣机时，振捣棒可垂直或大角度布置；

**3）** 当面层铺装厚度小于150mm时，可采用振捣梁；

**4）** 当一次摊铺双车道面层时，应配备纵缝拉杆插入机，并配有插入深度和拉杆间距调整装置；

**5）** 当进行铺筑作业时，卸料应均匀，布料应与摊铺速度相适应；设有接缝拉杆的混凝土面层，应在面层施工中及时安设拉杆；三辊轴整平机分段整平的作业单元长度宜为20m~30m，振捣机振实与三辊轴整平工序之间的时间间隔不宜超过15min；在一个作业单元长度内，应采用前进振动、后退静滚方式作业，最佳滚压遍数应经过试铺确定。

**3** 当采用轨道摊铺机铺筑路面时，最小摊铺宽度不应小于3.75m，并应符合下列规定：

**1)** 坍落度宜控制在20mm~40mm。不同坍落度时的松铺系数K可按表6.7.5确定，并应按此计算出松铺高度。

表6.7.5 松铺系数K与坍落度SL的关系

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 坍落度SL(mm) | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 松铺系数K | 1.30 | 1.25 | 1.22 | 1.19 | 1.17 | 1.15 | 1.12 |

**2）** 当进行振实作业时，轨道摊铺机应配备振捣器组，当面板厚度超过150mm且坍落度小于30mm时，必须插入振捣；轨道摊铺机应配备振动梁或振动板对混凝土表面进行振捣或修整，使用振动板提浆饰面时，提浆厚度宜控制在（4±1）mm。

**3）当** 面层表面进行整平时，应及时清除余料，并应采用抹平板完成表面整修。

**4** 横缝施工 应符合下列规定：

**1）**胀缝间距应符合设计规定，峰宽宜为20mm。在于结构物衔接处、道路交叉和填挖土方变化处，应设胀缝。

**2）** 胀缝上部的预留填缝空隙，宜采用提缝板留置。提缝板应直顺，应与胀缝板密合、垂直于面层。

**3）** 缩缝应垂直板面，宽度宜为1mm~6mm。当设传力杆时，切缝深度不应小于面层厚的1/3，且不得小于70mm；当不设传力杆时，切缝深度不应小于面层厚的1/4，且不应小于60mm。

**4）**切缝宜在水凝混凝土强度达到设计强度25%~30%时进行。

**5** 特殊条件施工应符合下列规定：

**1）** 当施工现场的气温高于30℃、搅拌物温度在30℃~35℃、空气相对湿度小于80%时，混凝土中宜掺缓凝剂、保塑剂或缓凝减水剂。切缝应根据混凝土强度的增长情况，比常温施工适度提前。

**2**） 当采取人工抹面、遇有5级及以上风时，应停止施工。

**6.7.6** 纤维、钢筋与连续配筋混凝土路面铺筑施工应符合下列规定：

**1 当**采用三辊轴机组施工时，符合下列规定：

**1）** 在钢筋上供料与布料时，不得造成钢筋塌陷变形或贴底。

**2）** 当摊铺振捣钢筋混凝土或连续配筋混凝土面层时，振捣机一次移动距离应小于500mm，振实时间应按表面泛浆宽度大于1.0m、重叠宽度不小于300mm进行控制，钢筋底部混凝土应振捣密实。

**3）当** 摊铺振捣纤维混凝土面层时，不得使用插入式振捣棒振捣，应采用大功率振动板振动出浆，用底面带凸棱的振动梁振捣并压入纤维，应采用三辊轴整平机将表面滚压密实平整，并应采用长度3m以上的刮尺手工精平2~3遍，直至平整度合格。

**2 当**采用滑模摊铺机施工纤维混凝土、钢筋混凝土或连续配筋混凝土时，应符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术规范》JTG F30的相关规定，尚应符合下列规定：

**1）** 钢筋混凝土或连续配筋混凝土的钢筋安装宜采用预架设方式，钢筋的安装高度应符合设计要求，当设置双层钢筋时，应控制钢筋保护层厚度，钢筋混凝土面层缩缝传力杆与拉杆间可借助钢筋网安装。应控制传力杆位置，其端部不得顶推钢筋；钢筋网应采用钢筋支架架设，不得使用垫块架设。

**2）** 钢筋混凝土或连续配筋混凝土面层应采用布料机或上料机进行供料与布料，安装完毕的钢筋不得被混凝土或布料机压垮、变形或贴底。严禁任何机械在已安置好的钢筋上行走、碾压。

**3）** 钢筋混凝土或连续配筋混凝土的施工缝，宜设置在横缝位置或连续配筋端部处，不应在钢筋网内或连续铺筑的整条钢筋内中断摊铺。

**4**）纤维混凝土面层采用的机械布料与摊铺方式，应使面层内纤维的分布均匀、连续，且在一块面板内的浇筑和摊铺不得中断。在浇筑和摊铺过程中应控制混凝土的配合比。

**5）** 纤维混凝土面层宏观抗滑构造应使用刻槽方式；微观抗滑纹理可使用软拉方式制作。

**6.7.7** 碾压混凝土铺筑施工除应符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术规范》JTG F30的相关规定，并应符合下列规定：

**1 当**采用沥青混凝土摊铺机摊铺时，松铺系数宜为1.05~1.15。当采用基层摊铺机摊铺时，松铺系数宜为1.15~1.25。应通过试铺确定松铺系数。

**2** 碾压混凝土面层铺筑可采用基准线法，铺筑时边缘宜设置槽钢或方木板。模板固定应牢固，碾压时不得推移。

**3** 摊铺作业应均匀、连续，摊铺过程中不得随意变换速度或停顿。

**4** 拉杆设置应与摊铺同步进行。

**5** 摊铺后，应立即对所摊铺混凝土表面进行检查。

**6** 碾压应紧随摊铺机碾压。碾压段长度宜为30m~40m。碾压宜分初压、复压和终压三个阶段进行。

**7** 碾压密实后的表面应及时喷雾、洒水，并应覆盖养生。

**6.7.8** 透水混凝土铺筑施工应符合下列规定：

**1** 宜采用强制性搅拌机进行搅拌，搅拌机的容量应根据工程量、施工进度、施工顺序和运输工具等参数选择。

**2** 拌制混凝土时，宜先将集料和50%用水量加入搅拌机拌合30s，再加入水泥、增强料、外加剂拌合40s，最后加入剩余用水量拌合50s以上。

**3** 拌合物从搅拌机出料后，运至施工地点进行摊铺、压实直至浇筑完毕的允许最长时间，可由试验室根据水泥初凝时间及施工气温确定。

**4** 拌合物摊铺应均匀，平整度与排水坡度应符合要求，摊铺厚度应根据松铺系数确定，其松铺系数宜为1.1，再生骨料透水混凝土松铺系数宜为1.1~1.2。

**5** 宜采用平整压实机，或采用低频平板振动器振动和专用滚压工具滚压。压实时应辅以人工补料及找平，人工找平时施工人员应穿上减压鞋进行操作。

**6** 压实后，宜使用抹平机进行收面，必要时应配合人工拍实、整平。整平时必须保持模板顶面整洁，接缝处板面应平整。

**7** 上面层应在下面层初凝之前进行摊铺，且上面层与下面层铺设时间间隔不应大于1h。

**8** 当透水混凝土面层采用双色组合层设计时，应采用不同搅拌机分别搅拌不同色彩的混凝土。

**6.7.9** 面层养护与填缝符合下列规定：

**1** 水泥混凝土面层铺筑后，应及时养护。

**2** 昼夜温差大的地区，应采取保温、保湿的养护措施。

**3** 养护期间应封闭交通，不应堆放重物；养护终结，应及时清除面层养护材料。

**4** 混凝土板在达到设计强度的40%以后，方可允许行人通行。

**5** 填缝应符合下列规定：

**1）** 混凝土板养护期满后应及时填缝，缝内遗留的砂石、灰浆等杂物，应剔除干净。

**2）** 应根据填缝料的品种制定工艺技术措施。

**3）** 浇筑填缝料必须在缝槽干燥状态下进行，填缝料应与混凝土缝壁粘附紧密，不得渗水。

**4）** 填缝料的充满度应根据施工季节确定。

**6** 在面层混凝土弯拉强度达到设计强度，且填缝完成前，不得开放交通。

**7** 透水混凝土宜在透水混凝土抗压强度达到10MPa~15MPa时锯缩缝，灌缝前，缝壁及内部应清洁、干燥。

## 6.8验收

**6.8.1** 混凝土面层质量检验应符合下列规定：

主控项目

**1** 水泥品种、级别、质量、包装、贮存，应符合国家现行有关标准的规定。水泥出厂超过三个月（快硬硅酸盐水泥超过一个月）时，应进行复验，复验合格后方可使用。

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，袋装水泥不超过200t为一批，散装水泥不超过500t为一批，每批抽样1次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告，进场复验。

**2** 混凝土中掺加外加剂的质量应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119的规定。

检查数量：按进场批次和产品抽样检验方法确定。每批不少于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。

**3** 钢筋品种、规格、数量、下料尺寸及质量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，用钢尺量，检查出厂检验报告和进场复验报告。

**4** 钢纤维的规格质量应符合设计要求及本标准第6.2.6条的有关规定。

检查数量：按进场批次，每批次抽检1次。

检验方法：现场取样、试验。

**5** 粗集料、细集料和水应符合本标准第6.2.2条的有关规定。

**6** 水泥混凝土路面质量主控项目实测应符合表6.8.1-1规定。

表6.8.1-1 水泥混凝土路面质量主控项目实测要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | 单位 | 规定值及允许偏差 | 检查数量 | | 检查方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 弯拉强度 | MPa | 符合设计要求 | 100m3 | 1 | 检查试件强度试验报告 |
| 2 | 面板厚度 | mm | ±5 | 1000m2 | 1 | 查试验报告、复测 |
| 3 | 抗滑构造深度 | mm | 符合设计要求 | 1000m2 | 1 | 铺砂法 |

一般项目

**7** 混凝土面层应板面平整、密实，边角应整齐、无裂缝，并不应有石子外露和浮浆、脱皮、踏痕、积水等现象，蜂窝麻面面积不得大于总面积的0.5%。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、量测。

**8** 伸缩缝应垂直、直顺，缝内不应有杂物。伸缩缝在规定的深度和宽度范围内应全部贯通，传力杆应与缝面垂直。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

**9** 混凝土路面一般项目实测应符合表6.8.1-2的规定。

表6.8.1-2 混凝土路面一般项目实测要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差或规定值 | | 检验频率 | | 检验方法 |
| 城市快速路、主干路 | 次干路、支路 | 范围 | 点数 |
| 纵断高程（mm） | | ±15 | | 20m | 1 | 用水准仪测量 |
| 中线偏位（mm） | | ≤20 | | 100m | 1 | 用经纬仪测量 |
| 平整度 | 标准差σ（mm） | ≤1.2 | ≤2 |  | — | 用测平仪检测 |
| 最大间隙（mm） | ≤3 | ≤5 | 20m | 1 | 用3m直尺和塞尺连续量两尺，取较大值 |
| 宽度（mm） | | 0~20 | | 40m | 1 | 用钢尺量 |
| 横坡（%） | | ±0.30%且不反坡 | | 20m | 1 | 用水准仪测量 |
| 井框与路面高差（mm） | | ≤3 | | 每座 | 1 | 十字法，用直尺和塞尺量，取最大值 |
| 相邻板高差（mm） | | ≤3 | | 20m | 1 | 用钢板尺和塞尺量 |
| 纵缝直顺度（mm） | | ≤10 | | 100m | 1 | 用20m线和钢尺量 |
| 横缝直顺度（mm） | | ≤10 | | 40m | — | — |
| 蜂窝麻面面积① | | ≤2 | | 20m | 1 | 观察和用钢板尺量 |

注：①每20m查一块板的侧面。

**6.8.2** 碾压混凝土路面质量除应符合本标准第6.8.1条要求外，尚应符合表6.8.2规定的检查项目、频率和方法要求。

6.8.2 碾压混凝土路面检查项目、频率和方法

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目 | 质量标准 | | 检查频率 | 检查方法 |
| 城镇主干道路下面层 | 其他城镇道路面层 |
| 1 | 压实度平均值  （%） | ≥97 | ≥95 | 每台班检测3次 | 钻芯  检测 |
| 2 | 纵向平整度最大间隙平均值（mm） | ≤4.0  合格率≥85% | ≤5.0  合格率≥85% | 每车道300m，2处10尺 | 3m  直尺 |
| 3 | 横向平整度平均值（mm） | ≤5.0  合格率≥85% | ≤6.0  合格率≥85% | 每车道200m，2处5尺 | 3m  直尺 |
| 4 | 接缝缺边掉角（mm2/m） | ≤20 | 每200m随机测4m接缝 | 尺测 | 尺测 |

# 7 砌块路面

## 7.1一般规定

**7.1.1** 砌块路面设计应包括交通量预测与分析、材料选择、设计参数的测试和确定、路面结构组合设计与厚度计算、路面排水系统设计。

**7.1.2** 砌块路面表面应平整、防滑、稳固、无翘动，缝线应直顺、灌缝饱满，应无反坡积水现象。

**7.1.3** 砌块路面应按车行道和人行道的不同使用要求进行设计，并应符合下列规定：

**1**人行道荷载应按人群荷载5kPa或1.5kN的竖向集中力作用在一块砌块上，分别计算，取其不利者。

**2**车行道荷载应以标准轴载BZZ-100控制或以实际行车荷载控制。

**3** 人行道砌块砖防滑性（BPN）不应小于60；石材表面防滑系数不应小于0.5。

## 7.2材料设计

**7.2.1** 砌块路面根据材料类型可分为预制砌块路面和天然石材路面，预制砌块可分为普通型与联锁型，并应符合下列规定：

**1**预制砌块尺寸允许偏差与外观质量允许偏差应符合现行国家标准《混凝土路面砖》GB 28635和《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993的相关规定。

**2**天然石材的尺寸允许偏差及外观质量应符合现行行业标准《广场路面用天然石材》JC/T 2114路面石的相关规定。

**7.2.2**砌块材料的力学性能应符合下列规定：

**1**石材砌块的强度应根据不同石材的性能指标确定，石材材质强度应符合表7.2.2-1规定。

表7.2.2-1 石材材质强度

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 花岗岩 | 大理石 | 石灰石 | 砂岩 | 板石 |
| 干燥 | 压缩强度/MPa ≥ | 100 | 52 | 55 | 68.9 | — |
| 水饱和 |
| 干燥 | 抗折强度/MPa ≥ | 8 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 20 |
| 水饱和 |

**2**普通型混凝土砌块的强度应符合表7.2.2-2的规定。当砌块边长与厚度比小于4时，应以抗压强度控制，当边长与厚度比不小于4时，应以抗折强度控制。

表7.2.2-2 普通型混凝土砌块的强度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路类型 | 抗压强度（MPa） | | 抗折强度（MPa） | |
| 平均最小值 | 单块最小值 | 平均最小值 | 单块最小值 |
| 支路、广场、停车场 | 40 | 35 | 4.5 | 3.7 |
| 人行道、步行街 | 40 | 35 | 4.0 | 3.2 |

**3** 联锁型混凝土砌块的强度应符合表7.2.2-3的规定。

表7.2.2-3 联锁型混凝土砌块的强度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 道路类型 | 抗压强度（MPa） | |
| 平均最小值 | 单块最小值 |
| 支路、广场、停车场 | 50 | 42 |
| 人行道、步行街 | 40 | 35 |

**4**透水砌块的强度应符合表7.2.2-4的规定。

表7.2.2-4透水砌块的强度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路类型 | 抗压强度（MPa） | | 抗折强度（MPa） | |
| 平均最小值 | 单块最小值 | 平均最小值 | 单块最小值 |
| 支路、广场、停车场 | 40 | 35 | 4.5 | 3.4 |
| 人行道、步行街 | 40 | 35 | 4.0 | 3.2 |

**7.2.3**砌块材料的物理性能应符合下列规定：

**1**石材砌块材料的物理性能应符合表7.2.3-1的规定。

表7.2.3-1 石材砌块材料物理性能

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 花岗岩 | 大理石 | 石灰石 | 砂岩 | 板石 |
| 吸水率 | % | ≤0.6 | ≤0.5 | ≤3 | ≤3 | ≤0.25 |
| 耐磨性 | 1/cm3 | ≥25 | ≥10 | ≥10 | ≥8 | ≥8 |
| 抗冻性 | % | ≥80 | | | | |
| 坚固性 | % | ≤0.5 | | | | |

**2** 混凝土砌块材料物理性能应符合表7.2.3-2的规定。

表7.2.3-2 混凝土砌块材料物理性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 单位 | 物理性能要求 |
| 吸水率 | | % | ≤6.5 |
| 磨坑长度 | | mm | ≤32 |
| 抗冻性 | 外观质量 | — | 冻后外观无明显变化，并应符合现行国家标准《混凝土路面砖》GB 28635中对外观的相关要求。 |
| 严寒地区D50寒冷地区D35其他地区D25 | 强度损失率 | % | ≤20 |

**3**透水砌块的物理性能应符合表7. 2.3-3的规定。透水砌块的透水性能应与土基的透水性能相匹配。

表7.2.3-3 透水砌块物理性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 单位 | 要求 | |
| 磨坑长度 | | mm | ≤35 | |
| 透水系数 | | mm/s | 透水A级 | ≥0.2 |
| 透水B级 | ≥0.1 |
| 抗冻性能  抗冻指标D50（严寒地区）  抗冻指标D35（寒冷地区）  抗冻指标D25（夏热冬冷地区）  抗冻指标D15（夏热冬暖地区） | 单块质量损失 | — | ≤5% | |
| 冻后顶面缺损深度 | mm | ≤5 | |
| 抗压强度损失率 | — | ≤20% | |

## 7.3结构设计

**7.3.1** 砌块路面结构应包括面层、基层和垫层，砌块路面面层应包括砌块、填缝材料和整平层材料，基层和垫层材料、厚度和设计应符合本标准第4章的相关规定。

**7.3.2**车行道、广场、停车场砌块铺装宜采用联锁型混凝土砌块，联锁型混凝土砌块可包括四面嵌锁和两面嵌锁的长条形状，最小宽度不应小于80mm，最大宽度不应大于120mm，长宽比宜为1.5~2.3。联锁型混凝土砌块最小厚度宜符合表7.3.2的规定。

表7.3.2联锁型混凝土砌块最小厚度

|  |  |
| --- | --- |
| 道路类型 | 最小厚度(mm) |
| 大型停车场 | 100 |
| 支路、广场、停车场 | 80 |

**7.3.3** 人行道和步行街宜采用普通型混凝土砌块，普通型混凝土砌块的最小厚度宜符合表7.3.3的规定。

表7.3.3普通型混凝土砌块最小厚度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路类型 | 常用尺寸(mm) | | | |
| 100×200 | 250×250 | 200×300 | 300×300 |
| 人行道、步行街 | 50 | 50 | 60 | 60 |

**7.3.4** 石材砌块的最小厚度宜符合表7.3.4的规定。

表7.3.4石材砌块最小厚度（mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路类型 | 常用尺寸 | | | | | | |
| 100×100 | 300×300 | 400×400  300×500 | 500×500  400×600 | 600×600  400×800 | 600×800  750×750 | 500×1000  600×800 |
| 支路、广场、  停车场 | 80 | 100 | 100 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| 人行道、步行街 | 50 | 60 | 60 | 80 | 100 | 100 | 100 |

**7.3.5** 透水砌块的最小厚度宜符合表7.3.5的规定。

表7.3.5 透水砌块最小厚度（mm）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路类型 | 常用尺寸 | | | |
| 100×200 | 125×250 | 150×300 | 300×600 |
| 人行道、步行街 | 60 | 60 | 60 | 80 |

**7.3.6** 普通砌块面层与基层之间应设置整平层，整平层可采用中砂、粗砂或预拌干混砂浆，透水砌块可采用中砂、粗砂或透水砂浆，厚度宜为30mm～50mm。

**7.3.7** 砌块路面面层接缝应符合下列规定：

**1**普通型混凝土砌块接缝缝宽不应大于5mm，应采用中砂灌实。

**2**联锁型混凝土砌块接缝缝宽不应大于5mm，应用粗砂灌实。

**3**石材砌块路面接缝缝宽不应大于5mm，应采用水泥砂灌实。有特殊防水要求时，缝下部应采用水泥砂灌实，上部应采用防水材料灌缝。当缝宽小于2mm时，可不进行灌缝。

**4**当砌块路面面层勾缝时，应设置胀缝，胀缝间距宜为20m~50m，接缝填料可采用沥青、橡胶类材料。

**7.3.8** 当透水砌块土基为粘性土时，宜采用透水性能较好的砂或砂砾设置垫层。当土基为砂性土或底基层为级配碎、砾石时，可不设置垫层。

**7.3.9** 砌块路面的结构计算可采用等效厚度法。等效厚度法应根据基层材料的不同按沥青路面或水泥路面设计方法进行修正后计算。

**7.3.10** 对半刚性基层和柔性基层的砌块路面，应采用沥青路面设计方法，以设计弯沉值为路面整体强度的设计指标，并应核算基层底的弯拉应力。对反复荷载应考虑疲劳应力，对静止荷载应考虑容许应力。在确定沥青混凝土层厚度后，应按下式计算确定：

 (7.3.10)

式中：——砌块路面块体厚度（mm）；

——沥青混凝土层厚度（mm）；

——换算系数取0.7~0.9，道路等级较高、交通量较大、砌块面积尺寸较大时取高值，砌块抗压强度较高、砌块面积尺寸较小时取低值。

**7.3.11** 对水泥混凝土基层的砌块路面，应按水泥混凝土路面设计方法，在确定水泥混凝土板厚度后，应按下式计算：

 (7.3.11)

式中：——砌块路面块体厚度（mm）；

——水泥混凝土板厚度（mm）；

——换算系数取0.50~0.65，采用的砌块面积尺寸较小时取低值，采用的砌块面积尺寸较大时取高值。

**7.3.12** 在人行道、公共停车场、城广场等路面设计中，宜采用透水砌块路面铺装，

## 7.4施工

**7.4.1** 运至现场的砌块材料，应经检验合格后方可使用。

**7.4.2** 当砌块路面铺筑时，基准点和基准面应根据平面设计图、工程规模及透水砖规格、块形及尺寸设置。

**7.4.3** 砌块路面的铺筑应从基准点开始，并应以基准线为基准，按设计图铺筑。应纵横拉通线铺筑，每3m~5m 设置基准点。

**7.4.4** 砌块路面铺筑过程中，施工人员不得直接站在找平层上作业，不得在新铺设的砖面上拌合砂浆或堆放材料。

**7.4.5** 砌块路面铺筑中，应随时检查牢固性与平整度，应及时进行修整，不得采用向砖底部填塞砂浆或支垫等方法进行砖面找平；应采用切割机械切割砌块材料。

**7.4.6** 透水砖面层与基层之间应设置找平层，其透水性能不宜低于面层所采用的透水砖，找平层可采用2.36mm~4.75mm的碎石、中粗砂或干硬性水泥砂浆，厚度宜为20mm~30mm，干硬性水泥砂浆找平层的配比宜为1:5~1:7。

**7.4.7** 砌块路面铺筑完成后，应及时清除砖面上的杂物、碎屑，面砖上不得有残留水泥砂浆。

**7.4.8** 铺砌面层完成后， 必须封闭交通。并应湿润养护， 当水泥砂浆达到设计强度后，方可开放交通。

## 7.5验收

**7.5.1** 天然石材面层质量检验应符合下列规定：

主控项目

**1** 石材质量、外形尺寸应符合设计要求。

检查数量： 每检验批， 抽样检查。

检验方法： 查出厂检验报告或复验。

**2** 砂浆平均抗压强度等级应符合设计要求， 任一组试件抗压强度最低值不应低于设计强度的85%。

检查数量： 同一配合比，每1000m 2 1 组(6 块) ，不足1000 m2取1 组。

检验方法： 查试验报告。

一般项目

**3**  表面应平整、稳固、无翘动， 缝线应直顺、灌缝饱满，应 无反坡积水现象。

检查数量： 全数检查。

检验方法： 观察。

**4** 天然石材面层允许偏差应符合表7.5.1的规定。

表7.5.1 天然石材面层允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 | 检测频率 | | 检查方法 |
| 范围 | 点数 |
| 纵断高程（mm） | ±10 | 10m | 1 | 用水准仪测量 |
| 中线偏位（mm） | ≤20 | 100m | 1 | 用经伟仪测量 |
| 平整度（mm） | ≤3 | 20m | 1 | 用3m直尺和塞尺连续量两尺，取最大值 |
| 宽度（mm） | 符合设计要求 | 40m | 1 | 用钢尺测量 |
| 横坡（%） | ±0.3%且不反坡 | 20m | 1 | 水准仪测量 |
| 井框与路面高差（mm） | ≤3 | 每座 | 1 | 十字法，直尺和塞尺连续量两尺，取最大值 |
| 相邻块高差（mm） | ≤2 | 20m | 1 | 用钢尺测量 |
| 纵横缝直顺度（mm） | ≤5 | 20m | 1 | 用20m线和钢尺测量 |
| 缝宽（mm） | +3  -2 | 20m | 1 | 用钢尺测量 |

**7.5.2** 预制混凝土砌块面层检验应符合下列规定：

主控项目

**1**  预制混凝土砌块质量、外形尺寸应符合设计要求**。**

检查数量： 每检验批， 抽样检查。

检验方法： 查出厂检验报告或复验。

**2** 砂浆平均抗压强度等级应符合设计要求， 任一组试件抗压强度最低值不应低于设计强度的85%。

检查数量： 同一配合比， 每1000m 2 1 组(6 块) ，不足1000 m2取1 组。

检验方法： 查试验报告。

**3** 透水砌块的透水性能、抗滑性、耐磨性、块形、颜色、厚度、强度等应符合设计要求。

检查数量： 每检验批，抽样检查。

检验方法： 查出厂检验报告或复验。

**4** 透水砌块路面结构层的透水性能应逐层验收，其性能应符合设计要求。

检查数量：每500m2抽测1 点。

检验方法：查试验报告。

一般项目

**5**  表面应平整、稳固、无翘动， 缝线应直顺、灌缝饱满，应无反坡积水现象。

检查数量： 全数检查。

检验方法： 观察。

**6** 预制混凝土砌块面层允许偏差应符合表7.5.2的规定。

表7.5.2 预制混凝土砌块面层允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 | 检测频率 | | 检查方法 |
| 范围 | 点数 |  |
| 纵断高程（mm） | ±15 | 20m | 1 | 用水准仪测量 |
| 中线偏位（mm） | ≤20 | 100m | 1 | 用经伟仪测量 |
| 平整度（mm） | ≤5 | 20m | 1 | 用3m直尺和塞尺连续量两尺，取最大值 |
| 宽度（mm） | 符合设计要求 | 40m | 1 | 用钢尺测量 |
| 横坡（%） | ±0.3%且不反坡 | 20m | 1 | 水准仪测量 |
| 井框与路面高差（mm） | ≤4 | 每座 | 1 | 十字法，直尺和塞尺连续量两尺，取最大值 |
| 相邻块高差（mm） | ≤3 | 20m | 1 | 用钢尺测量 |
| 纵横缝直顺度（mm） | ≤5 | 20m | 1 | 用20m线和钢尺测量 |
| 缝宽（mm） | +3  -2 | 20m | 1 | 用钢尺测量 |

# 8 桥面与隧道铺装

## 8.1一般规定

**8.1.1** 桥面铺装设计应根据桥梁类型、道路等级、交通荷载等级和气候条件等因素进行。

**8.1.2** 桥面铺装层结构宜与道路主线路面结构相协调。

**8.1.3** 桥面铺装应有完善的防水、排水设计，防水体系应具有足够的耐久性。

**8.1.4** 隧道路面设计应依据道路等级、交通繁重程度、路基承载能力、当地环境条件、材料供应情况、气候条件、施工条件、全寿命周期费用分析和资金筹措等因素，综合选择路面类型、路面结构层次和厚度。

**8.1.5** 隧道路面应有足够的强度、耐久性，应符合路面的抗滑、耐磨、排水及平整度等技术条件，还应具有较好耐火性能，应满足低噪声和防眩光的要求。

## 8.2水泥混凝土桥铺装

**8.2.1** 快速路、主干路或特重、重交通荷载等级道路水泥混凝土桥面沥青铺装层厚度不宜小于70mm，宜采用两层或两层以上的结构，沥青混合料铺装上层厚度不宜小于30mm。其他等级道路水泥混凝土桥面沥青混合料铺装层厚度不宜小于50mm。铺装材料应具有较小的孔隙率，并应具有良好的高温稳定性和抗滑性能，宜选用连续级配沥青混合料或SMA等，可按表8.2.1选用。

表8.2.1 水泥混凝土桥面沥青铺装材料

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结构层次 | 城市快速路、主干路 | 其他等级道路 |
| 铺装上层  （表面层） | SMA-10、SMA-13  AC-10、AC-13  OGFC-10、OGFC-13 | SMA-10、SMA-13  AC-10、AC-13 |
| 铺装下层  （承重层） | AC-16、AC-20  SMA-13、SMA-16 | AC-13、AC-16  AC-20 |

**8.2.2** 当基层混凝土强度应达到设计强度的80%以上时，方可进行防水层施工。

**8.2.3** 混凝土的基层平整度不应大于1.67mm/m。

**8.2.4** 水泥混凝土桥面板宜进行铣刨或抛丸打毛处理，处理后桥面板的构造深度宜为0.4mm~0.8mm。

**8.2.5 对**设置水泥混凝土调平层的桥面，调平层厚度不宜小于80mm，且应按要求设置钢筋网。调平层混凝土强度等级应与梁体一致，并应与桥面板结合紧密。

**8.2.6** 水泥混凝土桥面内应设防水层，防水层材料应具有足够的黏结强度、防水能力、抗施工损伤能力和耐久性，可采用沥青、涂膜等。

**8.2.7** 当进行桥面防水设计时，不宜复合使用防水卷材和防水涂料。当桥梁的平曲线半径小于或等于60m，或桥面横向或纵向坡度大于4%时，宜采用防水涂料；当防水等级为I级的桥梁采用卷材防水时，防水卷材层以上沥青混凝土面层的厚度不应小于80mm。

**8.2.8** 热沥青防水层宜采用橡胶沥青或SBS改性沥青，沥青膜厚度宜1.5mm~2.0mm，应撒布覆盖率为60%~70%的单粒径碎石。

**8.2.9** 桥面沥青混合料铺装层应具有较小的空隙率，并应具有良好的高温稳定性和抗滑性能，宜选用连续级配沥青混合料或SMA等。

**8.2.10** 路缘带、护栏和伸缩缝与沥青混合料铺装层的接触部位宜采用热沥青、贴缝条或封缝料进行封缝防水处理。

**8.2.11** 桥面铺装边缘带可在沥青混合料铺装下层设置纵向排水设施，宽度宜为100mm~200mm，可采用开级配沥青混合料或单粒径碎石填充。纵向排水设施应与桥梁泄水孔相连。

## 8.3钢桥面铺装

**8.3.1** 钢桥面铺装的设计与施工应符合现行行业标准《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》JTG/T 3364-02的相关规定，铺装设计应根据桥梁结构特点、交通荷载、环境气候、施工条件、恒载限制等因素综合确定。

**8.3.2** 钢桥面铺装设计工作年限不应小于15年。

**8.3.3** 钢桥面铺装结构设计应包括铺装结构层设计和界面功能层设计两项内容，界面功能层应与铺装结构层相匹配；磨耗层应平整密实，应具有抗滑耐磨、抗裂耐久、抗高温变形等性能；保护层应具有抗渗水、随从变形、抗高温变形等性能；磨耗层与保护层之间宜设置粘层。

**8.3.4** 钢桥面应进行抛丸处理，除锈等级不应低于Sa2.5级，并应及时进行防腐处理。当防水粘结层具有防腐功能时，可不设置防腐层；当在防水粘结层与改性沥青SMA保护层之间，有隔热、缓冲荷载、提供施工平台等要求时，应设置缓冲层。

**8.3.5** 钢桥面铺装宜采用GA、EA、SMA或多种沥青混凝土组合，并应符合下列规定：

**1** 当采用SMA铺装结构时宜分成两层，下层厚度宜为30mm~40mm，上层厚度宜为30mm~50mm。

**2** 当采用GA和SMA组合结构时，下层宜采用GA，厚度宜为30mm~40mm；上层宜采用SMA，厚度宜为30mm~50mm。

**3** 当采用环EA铺装结构时，宜分成两层，下层厚度宜为20 mm ~30mm，上层厚度宜为20mm~30mm。

**8.3.6** 护栏和伸缩缝与沥青混合料铺装层的接触部位宜采用热沥青、贴缝条或封缝料进行封缝防水处理。

## 8.4隧道路面铺装

**8.4.1** 隧道路面面层应具有足够的强度、平整、耐久、抗滑、耐磨等性能，隧道的路面结构设计应根据交通量、设计速度、平纵线形指标、当地环境条件、材料供应情况、全寿命周期费用分析等因素，进行经济、技术比较后确定。

**8.4.2 对**不设仰拱的隧道路面结构，宜设整平层、基层和面层；对设仰拱的隧道路面，可只设 基层和面层。

**8.4.3** 隧道整平层应符合下列规定：

**1** 岩石路基开挖过程中，超挖或欠挖部分应采用素混凝土进行整平。

**2** 整平层的刚度和抗冲刷能力应满足设计要求。

**3** 整平层的厚度宜为100mm～150mm，其抗压强度不应低于20MPa，弯拉强度不应低于1.8MPa。当整平层与基层材料相同时，可与基层一起浇注。

**8.4.4** 隧道基层应符合下列规定：

**1** 基层的刚度、抗冲刷能力和耐久性应符合设计要求。

**2** 基层的类型、交通等级、厚度范围可按表8.4.4确定。

表8.4.4基层类型、交通等级、厚度范围

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 交通等级 | 基层类型 | 厚度范围（mm） |
| 特重交通 | 素混凝土、碾压混凝土 | 120~200 |
| 重交通 | 水泥稳定碎石 | 150~200 |
| 中等或轻交通 | 半刚性稳定材料或级配碎石 | 150~200 |

**3** 碾压混凝土基层应设置与混凝土面层相对应的接缝。当素混凝土基层弯拉强度值超过1.8MPa时，应设置与混凝土面层相对应的横向缩缝；当一次摊铺宽度大于7.5m时，应设纵向缩缝。

**8.4.5** 快速路和主干路隧道宜采用沥青混合料上面层与混凝土下面层组成的复合式路面，次干路和支路可采用复合式路面或水泥混凝土路面。。

**8.4.6** 当隧道采用水泥混凝土路面时，次干路与支路的隧道路面宜采用设接缝的普通水泥混凝土面层；快速路与主干路的隧道路面宜采用连续配筋混凝土面层或钢纤维混凝土面层。其面板厚度、接缝构造与布设间距、钢纤维混凝土的钢钎维掺量、连续配筋混凝土的配筋率、面层特殊部位的配筋应符合本标准第6章水泥混凝土路面设计的相关规定。

**8.4.7** 当隧道路面采用沥青路面时，应符合下列规定：

**1** 沥青混凝土路面厚度宜为80mm~100mm，宜采用阻燃温拌型沥青混合料，沥青混凝土面层下应设置粘结层。

**2** 沥青表面层应具有平整密实、抗滑耐磨、稳定耐久、阻燃性和反光特性等性能，宜采用SMA级配，也可采用OGFC或AC级配；沥青下面层应具有与水泥混凝土面板带结牢固、防水渗入、抗滑耐磨、低温抗开裂、高温抗车辙和抗剥离等性能，可采用AC-16或AC-20中粒式沥青混合料。

**3** 隧道路面用阻燃剂、阻燃沥青及阻燃沥青混合料的性能要求应符合表8.4.7的规定。

表8.4.7阻燃剂、加入阻燃剂的沥青及沥青混合料的技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 指标 | 单位 | 技术要求 |
| 阻燃剂 | 外观 | — | 均匀无结块 |
| 加入阻燃剂的沥青 | 氧指数 | % | ≥25 |
| 烟密度 | % | ≤75 |
| 加入阻燃剂的沥青 | 针入度（25℃,100g,5s）  （比原沥青减小值） | 0.1mm | ≤15 |
| 软化点 | ℃ | 不小于原沥青 |
| 闪点（比原沥青增加值） | ℃ | ≥15 |
| 加入阻燃剂的沥青混合料 | 浸水残留稳定度 | % | 不小于原沥青混合料 |
| 冻融劈裂抗拉强度比 | % |
| 动稳定度 | 次/mm |
| 添加阻燃剂的沥青及沥青混合料的其他指标应符合同级配热拌沥青混合料的相关要求。 | | | |

**8.4.8** 根据材料类型，隧道路面的施工与验收应符合本标准第5章沥青路面或第6章水泥混凝土路面的相关规定。

# 9 路面排水

## 9.1一般规定

**9.1.1** 路面排水应接入城镇排水系统。在城镇排水系统未建立时，应按临时排水设计。

**9.1.2** 应根据道路所在区域和道路级别，结合路基、桥涵结构物进行排水设计，合理选择排水方案，布置排水设施，形成完整、畅通的排水体系。

**9.1.3** 路面排水设计应包括路表、分隔带及路面结构内部排水。

**9.1.4** 路面排水设计重现期应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB50014的相关规定。

**9.1.5** 桥面、隧道排水设计应符合现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ 11和《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221的相关规定。

## 9.2路表排水设计

**9.2.1**  路面应设置双向或单向横坡，坡度宜为1.5%～2％。

**9.2.2** 路面排水应综合两侧建筑物散水或街坊排水，并应处理好与城市防洪的关系。

**9.2.3** 道路排水管道的设置应符合下列规定：

**1** 排水干管不宜埋设在快速路主路范围内；

**2** 对地基松软和不均匀沉降地段，管道基础应采取加固措施；

**3** 隧道口应有防止路面雨水流入隧道的工程措施；隧道内宜设置渗漏水的排出设施。

**9.2.4** 雨水口的设置应符合下列规定：

**1** 道路汇水点、人行横道上游、沿街单位出人口上游、靠地面径流的街坊或庭院的出水口等处均应设置雨水口。道路低洼和易积水地段应根据需要适当增加雨水口。

**2** 平篦式雨水口的篦面应低于附近路面10mm～20mm；立篦式雨水口进水孔底面应低于附近路面10mm。

**3** 雨水口的泄水能力应经计算确定。

## 9.3路面内部排水

**9.3.1** 当车行道路面结构设置透水性排水基层或垫层时，应在排水基层或垫层外侧边缘人行道下设置纵向集水沟、带孔集水管以及横向出水管等，并应间隔一定纵向距离将水引入市政排水总管。

**9.3.2** 路面内部排水系统应由透水性填料集水沟、纵向排水管、纵向排水沟、横向出水管和过滤织物组成。各个组成部分应符合下列规定：

**1** 纵向排水管管径应按设计流量由水力计算确定，管径宜为70mm~150mm。排水管的埋设深度，应保证不被车辆或施工机械压裂，并应超过当地的冰冻深度。改建路面时，管中心应低于基层顶面。排水管的纵向坡度不得小于0.25%。

**2** 横向出水管径间距和安设位置应根据水力计算和邻近地面高程和道路纵、横断面情况进行确定。

**3** 对新建路面，集水沟底面的最小宽度不应小于300mm；对改建路面，集水沟底面的最小宽度应保证排水管两侧各有至少50mm宽的透水填料。

**9.3.3** 集水沟的深度应能保证集水管管顶低于排水层底面，并应有足够厚度的回填料使集水管不被施工机械压裂。

**9.3.4** 集水沟和集水管的纵坡不得小于0.25%。

**9.3.5** 排水基层应符合下列规定：

**1** 集料应选用洁净、坚硬而耐久的碎石，快速路、主干路压碎值不应大于26%，其他等级道路压碎值不应大于30%。最大粒径可为26.5mm，并不得超过层厚的1/3。4.75mm粒径以下细料的含量不应大于10%。集料级配应满足渗透系数不得小于300m/d的透水性要求。

**2** 骨架空隙型水泥处治碎石的7d浸水抗压强度不得低于3MPa；开级配沥青碎石集料的沥青用量宜为集料质量的2.5%~4.5%。

**3** 排水基层的厚度应按所需排放的水量和基层材料的渗透系数通过水力计算确定，宜为100mm～150mm，对于沥青稳定碎石材料，厚度不得小于60mm；对于水泥稳定碎石材料，厚度不得小于100mm。其宽度宜超出面层宽度300mm～900mm。

**9.3.6** 排水基层的下卧垫层应选用不透水的密级配混合料。

**9.3.7** 排水垫层应选用砂或砂砾石等集料组成开级配混合料，其级配应符合下列规定：

**1** 垫层集料在通过率为15%时的粒径，不应小于路基土在通过率为15%时的粒径的5倍；

**2** 垫层集料在通过率为15%时的粒径，不应大于路基土在通过率为85%时的粒径的5倍；

**3** 垫层集料在通过率为50%时的粒径，不应大于路基土在通过率为50%时的粒径的25倍；

**4** 垫层集料的不均匀系数不应大于20。

**9.3.8** 透水路面设计中，当土基、土壤渗透系数及地下水等条件不满足本标准第4.1.1条的规定及降雨强度超过渗透量及单位存储量时，应增加透水路面的排水设计内容，路面下的排水可设排水盲沟，排水盲沟应与道路设计时的市政排水系统相连，雨水口与基层、面层结合处应设置成透水形式，利于基层过量水分向雨水口汇集，雨水口周围应设置宽度不小于1m的不透水土工布于路基表面。

## 9.4分隔带排水

**9.4.1** 当分隔带内设置纵向排水渗沟时，应间隔40m～80m设置横向排水管，渗沟周围应包裹反滤织物。渗沟上的回填料与路面结构的交界处应铺设防水土工布。

**9.4.2** 分隔带封闭后，可不设内部排水系统。

## 9.5交叉范围路面排水

**9.5.1** 平面交叉口应按竖向设计布设雨水口，并应采取措施防止路段的雨水流入交叉口。

**9.5.2** 立体交叉范围的路面排水应符合下列规定：

**1** 当纵坡大于2%时的坡段，应在最低点集中收水，雨水口数量应按立体交叉范围内的设计流量计算确定。

**2** 下穿式立体交叉引路两端纵坡的起点处，应设倒坡，并应在道路两侧采取截水措施。

## 9.6施工

**9.6.1** 路面排水设施施工应与路面施工相互配合、协调，其位置、高程应符合设计要求，并应满足路面排水要求。

**9.6.2** 处于道路基层内的雨水支管应做360°混凝土包封，且在包封混凝土达至设计强度75％前，不得放行交通。

**9.6.3 当**暗沟采用混凝土或浆砌片石砌筑时，在沟壁与含水层接触面以上高度，应设置一排或多排向沟中倾斜的渗水孔，沟壁外侧应填筑粗粒透水性材料或土工合成材料形成反滤层。沿沟槽底应每隔10m～15m或在软硬岩层分界处应设置沉降缝和伸缩缝。

**9.6.4** 粒料反滤层应采用颗粒大小均匀的碎石、砾石，分层填筑；当土工布反滤层采用缝合法施工时，土工布的搭接宽度应大于100mm，铺设时应紧贴保护层，但不宜拉得过紧。土工布破损后应及时修补，修补面积应为破坏面积的4倍～5倍。

9.7验收

**9.7.1** 雨水支管与雨水口质量检验应符合下列规定：

主控项目

**1** 管材应符合现行国家标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB 11836的有关规定。

　　检查数量：每种、每检验批。

检验方法：查合格证和出厂检验报告。

**2** 基础混凝土强度应符合设计要求。

　　检查数量：每100m31组（3块），不足100m3取1组。

检验方法：查试验报告。

**3** 砌筑砂浆强度应符合设计要求。

**4** 回填料应符合设计要求。

　　检查数量：全数检查。

检验方法：查检验报告（环刀法、灌砂法或灌水法）。

一般项目

**5** 雨水口内壁勾缝应直顺、坚实，应无漏勾、脱落。井框、井箅应完整、配套，安装应平稳、牢固。

　　检查数量：全数检查。

　　检验方法：观察。

**6** 雨水支管安装应直顺，应无错口、反坡、存水，管内应清洁，接口处内壁应无砂浆外露及破损现象。管端面应完整。

　　检查数量：全数检查。

　　检验方法：观察。

**7** 雨水支管、雨水口施工质量检验应符合表9.7.1规定。

表9.7.1　雨水支管、雨水口施工质量检验

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差 | 检验频率 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 井框与井壁吻合（mm） | ≤10 | 每座 | 1 | 用钢尺量 |
| 2 | 井框与周边路面吻合（mm） | 0，﹣10 | 用直尺靠量 |
| 3 | 雨水口与路边线间距（mm） | ≤20 | 用钢尺量 |
| 4 | 井内尺寸（mm） | ﹢20，0 | 用钢尺量，最大值 |

**9.7.2** 暗沟质量检验应符合下列规定：

主控项目

**1** 混凝土强度应符合设计要求。

　　检查数量：每100m31组（3块），不足100m3取1组。

检验方法：查试验报告。

**2** 砌筑砂浆强度应符合设计要求。

　　检查数量：每50m31组（6块），不足50m3取1组。

检验方法：查试验报告。

**3** 反滤层材料应符合设计要求。

　　检查数量：全数检查。

检验方法：查检验报告。

一般项目

**5** 暗沟施工质量检验应符合表9.7.2规定。

表9.7.2　暗沟施工质量检验

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差 | 检验频率 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 下承层平整度、拱度 | 符合设计要求 | 200m | 8 | 用直尺靠量 |
| 2 | 沟底高程（mm） | ±15 | 20m | 4 | 用水准仪测 |
| 3 | 断面尺寸（mm） | 符合设计要求 | 20m | 2 | 用钢尺量 |
| 4 | 土工布搭接宽度（mm） | ﹢50，0 | 抽查5% | |
| 5 | 搭接缝错开距离（mm） | 符合设计要求 |

# 附录A 沥青路面使用性能气候分区

**A.0.1** 按设计高温分区指标，一级区划应分为3个区，应按表A.0.1进行划分。

表A.0.1 按照设计高温分区

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 高温气候区 | 1 | 2 | 3 |
| 气候区名称 | 夏炎热区 | 夏热区 | 夏凉区 |
| 最热月平均最高气温(℃) | >30 | 20~30 | <20 |

**A.0.2** 按设计低温分区指标，二级区划应分为4个区，应按表A.0.2进行划分。

表A.0.2 按照设计低温分区

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 低温气候区 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 气候区名称 | 冬严寒区 | 冬寒区 | 冬冷区 | 冬温区 |
| 极端最低气温(℃) | <-37.0 | -37.0~-21.5 | -21.5~-9.0 | >-9.0 |

**A.0.3** 按设计雨量分区指标，三级区划应分为4个区，应按表A.0.3进行划分。

表A.0.3 按照设计雨量分区

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 雨量气候区 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 气候区名称 | 潮湿区 | 湿润区 | 半干区 | 干旱区 |
| 年降雨量(mm) | >1000 | 1000~500 | 500~250 | <250 |

**A.0.4** 沥青路面温度分区应由高温和低温组合而成，应按表A.0.4进行划分。

表A.0.4 沥青路面温度分区

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 气 候 区 名 | | 最热月平均最高气温(℃) | 年极端最低气温(℃) |
| 1-1 | 夏炎热冬严寒 | >30 | <-37.0 |
| 1-2 | 夏炎热冬寒 | -37.0~-21.5 |
| 1-3 | 夏炎热冬冷 | -21.5~-9.0 |
| 1-4 | 夏炎热冬温 | >-9.0 |
| 2-1 | 夏热冬严寒 | 20~30 | <-37.0 |
| 2-2 | 夏热冬寒 | -37.0~-21.5 |
| 2-3 | 夏热冬冷 | -21.5~-9.0 |
| 2-4 | 夏热冬温 | >-9.0 |
| 3-1 | 夏凉冬严寒 | <20 | <-37.0 |
| 3-2 | 夏凉冬寒 | -37.0~-21.5 |
| 3-3 | 夏凉冬冷 | -21.5~-9.0 |
| 3-4 | 夏凉冬温 | >-9.0 |

**注：**第一个数字代表高温分区，第二个数字代表低温分区，数字越小表示气候因素越严重。

**A.0.5** 由温度和雨量组成的气候分区，应按表A.0.5进行划分。

表A.0.5 沥青及沥青混合料气候分区指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 气 候 区 名 | | 温 度（℃） | | 雨 量(mm) |
| 最热月平均最高气温(℃) | 年极端最低气温(℃) | 年降雨量  (mm) |
| 1-1-4 | 夏炎热冬严寒干旱 | >30 | <-37.0 | <250 |
| 1-2-2 | 夏炎热冬寒湿润 | >30 | -37.0~-21.5 | 500~1000 |
| 1-2-3  1-2-4 | 夏炎热冬寒半干  夏炎热冬寒干旱 | >30  >30 | -37.0~-21.5  -37.0~-21.5 | 250~500  <250 |
| 1-3-1 | 夏炎热冬冷潮湿 | >30 | -21.5~-9.0 | >1000 |
| 1-3-2 | 夏炎热冬冷湿润 | >30 | -21.5~-9.0 | 500~1000 |
| 1-3-3 | 夏炎热冬冷半干 | >30 | -21.5~-9.0 | 250~500 |
| 1-3-4 | 夏炎热冬冷干旱 | >30 | -21.5~-9.0 | <250 |
| 1-4-1 | 夏炎热冬温潮湿 | >30 | >-9.0 | >1000 |
| 1-4-2 | 夏炎热冬温湿润 | >30 | >-9.0 | 500~1000 |
| 2-1-2 | 夏热冬严寒湿润 | 20~30 | <-37.0 | 500~1000 |
| 2-1-3 | 夏热冬严寒半干 | 20~30 | <-37.0 | 250~500 |
| 2-1-4 | 夏热冬严寒干旱 | 20~30 | <-37.0 | <250 |
| 2-2-1 | 夏热冬寒潮湿 | 20~30 | -37.0~-21.5 | >1000 |
| 2-2-2 | 夏热冬寒湿润 | 20~30 | -37.0~-21.5 | 500~1000 |
| 2-2-3 | 夏热冬寒半干 | 20~30 | -37.0~-21.5 | 250~500 |
| 2-2-4 | 夏热冬寒干旱 | 20~30 | -37.0~-21.5 | <250 |
| 2-3-1 | 夏热冬冷潮湿 | 20~30 | -21.5~-9.0 | >1000 |
| 2-3-2 | 夏热冬冷湿润 | 20~30 | -21.5~-9.0 | 500~1000 |
| 2-3-3 | 夏热冬冷半干 | 20~30 | -21.5~-9.0 | 250~500 |
| 2-3-4 | 夏热冬冷干旱 | 20~30 | -21.5~-9.0 | <250 |
| 2-4-1 | 夏热冬温潮湿 | 20~30 | >-9.0 | >1000 |
| 2-4-2 | 夏热冬温湿润 | 20~30 | >-9.0 | 500~1000 |
| 2-4-3 | 夏热冬温半干 | 20~30 | >-9.0 | 250~500 |
| 3-2-1 | 夏凉冬寒潮湿 | <20 | -37.0~-21.5 | >1000 |
| 3-2-2 | 夏凉冬寒湿润 | <20 | -37.0~-21.5 | 500~1000 |

# 附录B 沥青混合料级配组成、沥青表面处治材料规格和用量

**B.0.1** 各种沥青混合料的矿料级配宜按表B.0.1选用。

表B.0.1各种沥青混合料的矿料级配范围

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级配类型 | | 通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%) | | | | | | | | | | | | |
| 31.5 | 26.5 | 19 | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| 密级配沥青混凝土 | AC-25 | 100 | 90~100 | 75~90 | 65~83 | 57~76 | 45~65 | 24~52 | 16~42 | 12~33 | 8~24 | 5~17 | 4~13 | 3~7 |
| AC-20 | — | 100 | 90~100 | 78~92 | 62~80 | 50~72 | 26~56 | 16~44 | 12~33 | 8~24 | 5~17 | 4~13 | 3~7 |
| AC-16 | — | — | 100 | 90~100 | 76~92 | 60~80 | 34~62 | 20~48 | 13~36 | 9~26 | 7~18 | 5~14 | 4~8 |
| AC-13 | — | — | — | 100 | 90~100 | 68~85 | 38~68 | 24~50 | 15~38 | 10~28 | 7~20 | 5~15 | 4~8 |
| AC-10 | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 45~75 | 30~58 | 20~44 | 13~32 | 9~23 | 6~16 | 4~8 |
| AC-5 | — | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 55~75 | 35~55 | 20~40 | 12~28 | 7~18 | 5~10 |
| 沥青玛蹄脂碎石 | SMA-20 | — | 100 | 90~100 | 72~92 | 62~82 | 40~55 | 18~30 | 13~22 | 12~20 | 10~16 | 9~14 | 8~13 | 8~12 |
| SMA-16 | — | — | 100 | 90~100 | 65~85 | 45~65 | 20~32 | 15~24 | 14~22 | 12~18 | 10~15 | 9~14 | 8~12 |
| SMA-13 | — | — | — | 100 | 90~100 | 50~75 | 20~34 | 15~26 | 14~24 | 12~20 | 10~16 | 9~15 | 8~12 |
| SMA-10 | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 28~60 | 20~32 | 14~26 | 12~22 | 10~18 | 9~16 | 8~13 |
| 开级配磨耗层 | OGFC-16 | — | — | 100 | 90~100 | 70~90 | 45~70 | 12~30 | 10~22 | 6~18 | 4~15 | 3~12 | 3~8 | 2~6 |
| OGFC-13 | — | — | — | 100 | 90~100 | 60~80 | 12~30 | 10~22 | 6~18 | 4~15 | 3~12 | 3~8 | 2~6 |
| OGFC-10 | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 50~70 | 10~22 | 6~18 | 4~15 | 3~12 | 3~8 | 2~6 |

**B.0.2** 微表处混合料与稀浆封层混合料的矿料级配宜按表B.0.2选用。

表B.0.2 微表处混合料与稀浆封层混合料的矿料级配范围

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 筛孔尺寸  (mm) | 不同类型通过各筛孔的百分率(%) | | | | |
| 微表处 | | 稀浆封层 | | |
| MS-2型 | MS-3型 | ES-1型 | ES-2型 | ES-3型 |
| 9.5  4.75  2.36  1.18  0.6  0.3  0.15  0.075 | 100  95~100  65~90  45~70  30~50  18~30  10~21  5~15 | 100  70~90  45~70  28~50  19~34  12~25  7~18  5~15 | —  100  90~100  60~90  40~65  25~42  15~30  10~20 | 100  95~100  65~90  45~70  30~50  18~30  10~21  5~15 | 100  70~90  45~70  28~50  19~34  12~25  7~18  5~15 |

**B.0.3**  乳化沥青冷再生混合料级配宜按表B.0.3选用。

表B.0.3 乳化沥青冷再生混合料级配范围

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 筛孔（mm） | 各筛孔的通过率（%） | | | |
| 粗粒式 | 中粒式 | 细粒式A | 细粒式B |
| 37.5 | 100 | — | — | — |
| 26.5 | 80~100 | 100 | — | — |
| 19 | — | 90~100 | 100 | — |
| 13.2 | 60~80 | — | 90~100 | 100 |
| 9.5 | — | 60~80 | 60~80 | 90~100 |
| 4.75 | 25~60 | 35~65 | 45~75 | 60~80 |
| 2.36 | 15~45 | 20~50 | 25~55 | 35~65 |
| 0.3 | 3~20 | 3~21 | 6~25 | 6~25 |
| 0.075 | 1~7 | 2~8 | 2~9 | 2~10 |

**B.0.4** 泡沫沥青冷再生混合料级配宜按表B.0.4选用。

表B.0.4 泡沫沥青冷再生混合料级配范围

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 筛孔（mm） | 各筛孔的通过率（%） | | |
| 粗粒式 | 中粒式 | 细粒式A |
| 37.5 | 100 | — | — |
| 26.5 | 85~100 | 100 | — |
| 19 | — | 85~100 | 100 |
| 13.2 | 60~85 | — | 85~100 |
| 9.5 | — | 55~80 | — |
| 4.75 | 30~55 | 35~60 | 40~65 |
| 2.36 | 20~40 | 25~45 | 28~45 |
| 0.3 | 7~20 | 8~22 | 9~23 |
| 0.075 | 4~12 | 4~12 | 4~12 |

# 附录C 沥青路面设计参数参考值

**C.0.1**  沥青混合料设计参数宜按表C.0.1选用。

表C.0.1 沥青混合料设计参数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 | | 抗压模量（MPa） | | | 15℃劈裂强度（MPa） | 60℃剪切  强度（MPa） | 备注 |
| 20℃ | 15℃ | 60℃ |
| 细粒式沥青  混凝土 | 密级配 | 1200~1600 | 1800~2200 | 240~320 | 1.2~1.6 | 0.4~0.8① | AC-10，AC-13 |
| 开级配 | 700~1000 | 1000~1400 | 140~200 | 0.6~1.0 | 0.3~0.5 | OGFC |
| 沥青玛蹄脂碎石 | | 1200~1600 | 1600~2000 | 240~320 | 1.4~1.9 | 0.8~1.1 | SMA |
| 中粒式沥青混凝土 | | 1000~1400 | 1600~2000 | － | 0.8~1.2 | － | AC-16，AC-20 |
| 密级配粗粒式沥青混凝土 | | 800~1200 | 1000~1400 | － | 0.6~1.0 | － | AC-25 |
| 沥青碎石基层 | 密级配 | 1000~1400 | 1200~1600 | － | 0.6~1.0 | － | ATB-25，ATB-35 |
| 半开级配 | 600~800 | － | － | － | － | AM-25， AM-40 |
| 沥青贯入式 | | 400~800 | － | － | － | － | － |

注：①对于密级配细粒式沥青混凝土，采用普通沥青时其60℃抗剪强度在0.4MPa~0.6MPa之间；采用改性沥青时其60℃抗剪强度在0.6MPa~0.8MPa之间。

**C.0.2**  基层和垫层材料设计参数宜按表C.0.2选用。

表C.0.2 基层和垫层材料设计参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 | 配合比或规格  要求 | 抗压回弹模量E（MPa）  （弯沉计算用） | 抗压模量E（MPa）  （拉应力、剪应力计算用） | 劈裂强度（MPa） |
| 水泥砂砾 | 4%~6% | 1100~1500 | 3000~4200 | 0.40~0.60 |
| 水泥碎石 | 4%~6% | 1300~1700 | 3000~4200 | 0.40~0.60 |
| 二灰砂砾 | 7：13：80 | 1100~1500 | 3000~4200 | 0.60~0.80 |
| 二灰碎石 | 8：17：75 | 1300~1700 | 3000~4200 | 0.50~0.80 |
| 石灰水泥粉煤灰砂砾 | 6：3：16：75 | 1200~1600 | 2700~3700 | 0.40~0.55 |
| 水泥粉煤灰碎石 | 4：16：80 | 1300~1700 | 2400~3000 | 0.40~0.55 |
| 石灰土碎石 | 粒料>60% | 700~1100 | 1600~2400 | 0.30~0.40 |
| 碎石灰土 | 粒料>40%~50% | 600~900 | 1200~1800 | 0.25~0.35 |
| 水泥石灰砂砾土 | 4：3：25：68 | 800~1200 | 1500~2200 | 0.30~0.40 |
| 二灰土 | 10：30：60 | 600~900 | 2000~2800 | 0.20~0.30 |
| 石灰土 | 8%－12% | 400~700 | 1200~1800 | 0.20~0.25 |
| 石灰土处理路基 | 4%－7% | 200~350 | — | — |
| 级配碎石 | 基层连续级配型 | 300~350 | — | — |
| 基层骨架密实型 | 300~500 | — | — |
| 下基层、垫层 | 200~250 | — | — |
| 填隙碎石 | 下基层 | 200~280 | — | — |
| 未筛分碎石 | 下基层 | 180~220 | — | — |
| 级配砂砾、天然砂砾 | 基层 | 150~200 | — | — |
| 中粗砂 | 垫层 | 80~100 | — | — |

**C.0.3** 柔性基层沥青路面材料设计参数宜按表C.0.3选用。

表C.0.3 柔性基层沥青路面材料设计参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料名称 | 20℃动态回弹模量（MPa）  （柔性基层沥青层层底拉应变计算用） | 备注 |
| 密级配细粒式沥青混凝土 | 4500~6000 | AC-10，AC-13 |
| 中粒式沥青混凝土 | 4000~5500 | AC-16，AC-20 |
| 密级配粗粒式沥青混凝土 | 3500~5000 | AC-25 |
| 沥青玛蹄脂碎石 | 4000~6000 | SMA |
| 密级配沥青碎石基层 | 3200~4500 | ATB-25 |
| 贫混凝土 | 10000~17000 | — |
| 水泥稳定碎石 | 5000~10000 | — |
| 水泥稳定土 | 1000~3000 | — |
| 石灰、水泥与粉煤灰综合稳定类 | 3500~14000 | — |
| 石灰稳定土 | 600~2000 | — |

**C.0.4** 碎砾石土设计参数宜按表C.0.4选用。

表C.0.4 碎砾石土设计参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 碎石含量（%） | 路基干湿类型 | 回弹模量值（MPa） | 密度（t/m3） | 含水量（%） |
| >70 | 干燥 | 90~100 | 2.05~2.25 | 7 |
| 中湿 | 70~80 | 2.00~2.20 | 8 |
| 潮湿 | 55~65 | 1.95~2.15 | 11 |
| 50~70 | 干燥 | 75~85 | 2.00~2.20 | 7 |
| 中湿 | 55~65 | 1.95~2.15 | 8 |
| 潮湿 | 45~55 | 1.90~2.10 | 11 |
| 30~50 | 干燥 | 47~57 | 1.90~2.10 | <10 |
| 中湿 | 30~40 | 1.85~1.95 | 10~15 |
| 潮湿 | 20~30 | 1.75~1.85 | >15 |
| <30 | 干燥 | 30~40 | 1.80~1.90 | <10 |
| 中湿 | 15~25 | 1.70~1.80 | 10~15 |
| 潮湿 | 15 | 1.60~1.70 | >15 |

# 附录D 沥青混合料单轴贯入抗剪强度试验方法

**D.0.1** 单轴贯入抗剪强度的试验温度宜为60℃。试验应采用直径100mm±2mm、高100mm±2mm的沥青混合料圆柱体试件，集料的公称最大粒径不应大于16mm。

**D.0.2** 仪器设备应符合下列规定：

**1** 应采用万能材料试验机，其他可施加荷载并测试变形的路面材料试验设备也可使用，并应满足下列条件：

**1**） 最大荷载应满足不超过其量程的80%，且不应小于量程的20%要求，宜采用5kN。

**2**） 应 具有环境保温箱，温控准确度宜为0.5℃。

**3**） 应符合加载速率1mm/min的要求。试验机宜有伺服系统，在加载过程中，速度应基本保持不变。

**4**） 试验进行过程中可记录加载力和位移。

**2** 贯入杆的端面直径宜为28.5mm、长50mm的金属柱。

**3** 烘箱应能满足使用要求。

**D.0.3** 试验方法应符合下列规定：

**1** 应采用旋转压实或静压法成型的混合料试件，试件直径应为100mm±2mm，试件高应为100mm±2mm，应在报告中注明试件成型方法，试件的密度应符合马歇尔标准密度的100%±1%。

**2**  试件成型后，不等完全冷却后即可脱模，应采用卡尺量取试件的高度，当最高部位与最低部位的高度差超过2mm时，试件应作废。用于单轴贯入抗剪切强度试验的试件不应少于3个。

**3** 应测定试件的密度、空隙率等各项相关物理指标。

**4** 应将试件在60℃的烘箱中保温6h。

**5** 试验机环境保温箱温度应满足试验温度要求。

**D.0.4**  将试件从烘箱中取出，应立即置于压力机试验台座上，应以1mm/min的加载速率均匀加载直至破坏，读取荷载峰值，应准确至0.1kN。

**D.0.5** 沥青混凝土的单轴贯入剪切试验强度应按下式计算：

 (D.0.5)

式中：——试件单轴贯入剪切试验强度（MPa）；

*P* ——试件破坏时的最大荷载（N）；

*A* ——贯入杆的截面积（mm2）。

**D.0.6** 当一组测定值中某个测定值和平均值之差大于标准差的*k*倍时，该测定值应予舍弃，并应以其余测定值的平均值作为试验结果。当试验试件数目分别为3、4、5、6时，*k*值可分别为1.15、1.46、1.67、1.82。

# 附录E 沥青混合料单轴压缩动态回弹模量试验方法

**E.0.1** 单轴压缩动态回弹模量测试要求为： 试验温度应为20℃。加载频率应为10Hz。试验应采用直径为100mm±2mm，高为200mm±2.5mm的沥青混合料圆柱体试件，集料的公称最大粒径不应大于37.5mm。

**E.0.2** 仪具与材料应符合下列规定：

**1** 材料试验机应能施加偏移正弦波或半正矢波形式荷载的加载设备，施加荷载的频率宜为0.1～25Hz，且施加的最大应力水平应达到2800kPa。加载分辨率应达到5N。

**2** 环境箱的控温准确度应为±0.5℃。

**3** 应采用微机控制，测量并记录试件在每个加载循环中所承受的轴向荷载和产生的轴向变形。荷载传感器所需最小量程应为0～25kN，分辨率不应大于5N，误差不应大于1％；位移传感器可采用LVDT或其他合适的设备，应具有良好的动态响应特性，其量程应大于1mm，分辨率不应大于0.2μm，误差不应大于2.5μm。

**E.0.3** 试验准备工作应符合下列规定：

**1**  应采用旋转压实法成型沥青混合料试件，试件直径宜为100mm±2mm，试件高宜为150mm±2mm，试件的密度应符合马歇尔标准密度的100%±1%。

**2** 试件最高部位与最低部位的高度差不应超过2mm，一组试件不应少于4个。

**3** 应测定试件的密度、空隙率等各项相关物理指标。

**E.0.4** 试验应按下列步骤进行：

**1**  将位移传感器安置于试件侧面中部，使其与试件端面垂直，沿圆周等间距安放3个（即每2个相距120°）。调节位移传感器，使其测量范围可测量试件中部的压缩变形。

**2**  将试件放置在试验加载架的加载板中心位置，可在试件与上下加载板间各放一块聚四氟乙烯薄膜或涂抹硫磺砂浆，应使试件中心与加载架的中心对齐。

**3** 将试件放入试验机的环境箱中，在环境箱温度达到设定的试验温度后，继续恒温5h。

**4**  当试件内外的温度达到测试温度后，开始进行加载试验。将试件与上加载板轻微接触，调节位移传感。将试件与上加载板轻微接触，调节位移传感器并清零，施加一个大小为试验荷载5%的接触荷载对试件进行预压，持续10s，使试件与上下加载板接触良好。

**5**  对试件施加偏移正弦波或半正矢波轴向压应力试验荷载，在设定温度下以10Hz的频率重复加载200次。试验采集最后5个波形的荷载及变形曲线，记录并计算试验施加荷载、试件轴向可恢复变形、动态回弹模量。

**E.0.5** 试验结果计算应符合下列规定：

**1**  应量测最后5次加载循环中荷载的平均幅值*pi*和可恢复轴向变形平均幅值*∆i*及同一加载循环下变形峰值与荷载峰值的平均滞后时间沥青混合料的动态回弹模量及相位角。

**1**）应力幅值应按下式计算：

 (E.0.5-1)

式中：——轴向应力幅值（MPa）；

 ——最后5次加载循环中轴向试验荷载平均幅值（N）；

——试件径向横截面面积（可取试件上下端面面积均值）（mm2）。

**2**）应变幅值应按下式计算：

 (E.0.5-2)

式中：——可恢复轴向应变幅值（mm/mm）；

——最后5次加载循环中可恢复轴向变形平均幅值（mm）；

——试件上位移传感器的量测间距（mm）。

**3**）动态回弹模量应按下式计算：

 (E.0.5-3)

式中：——沥青混合料动态回弹模量（MPa）。

**2** 同一种沥青混合料，在相同试验条件下应至少进行四次平行试验。平行试验结果应按试验数据的离散程度进行剔差处理。当一组试件的测定值中某个测定值与平均值之差大于标准差的k倍时，该次试验数据应予舍弃，当有效试件数目为3、4、5、6、7、8、9、10个时，k值可分别为1.15、1.46、1.67、1.82、1.94、2.03、2.11、2.18。

# 附录F 水泥混凝土路面设计参数参考值

**F.0.1** 路基回弹模量及湿度调整系数可按表F.0.1-1、表F.0.1-2选用。

表F.0.1-1 路基回弹模量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土组 | 取值范围（MPa） | 代表值（MPa） |
| 级配良好砾（GW） | 240～290 | 250 |
| 级配不良砾（GP） | 170～240 | 190 |
| 含细粒土砾（GF） | 120～240 | 180 |
| 粉土质砾（GM） | 160～270 | 220 |
| 黏土质砾（GC） | 120～190 | 150 |
| 级配良好砂（SW） | 120～190 | 150 |
| 级配不良砂（SP） | 100～160 | 130 |
| 含细粒土砂（SF） | 80～160 | 120 |
| 粉土质砂（SM） | 120～190 | 150 |
| 黏土质砂（SC） | 80～120 | 100 |
| 低液限粉土（ML） | 70～110 | 90 |
| 低液限黏土（CL） | 50～100 | 70 |
| 高液限粉土（MH） | 30～70 | 50 |
| 高液限黏土（CH） | 20～50 | 30 |

注：1 对于砾和砂，D60（通过率为60%时的颗粒粒径）大时，模量取高值；D60小时，模量取低值。

2 对于其他含细粒的土组，小于0.075mm颗粒含量大和塑性指数高时，模量取低值；反之，模量取高值。

表F.0.1-2路基回弹模量湿度调整系数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土组 | 路床顶距地下水位的距离（m） | | | | | |
| 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 |
| 细粒质砾（GF）  土质砾（GM、GC） | 0.81～0.88 | 0.86～1.00 | 0.91～1.00 | 0.96～1.00 | — | — |
| 细粒质砂（SF）  土质砂（SM、SC） | 0.80～0.86 | 0.83～0.97 | 0.87～1.00 | 0.90～1.00 | 0.94～1.00 | — |
| 低液限粉土（ML） | 0.71～0.74 | 0.75～0.81 | 0.78～0.89 | 0.82～0.97 | 0.86～1.00 | 0.94～1.00 |
| 低液限黏土（CL） | 0.70～0.73 | 0.72～0.80 | 0.74～0.88 | 0.75～0.95 | 0.77～1.00 | 0.81～1.00 |
| 高液限粉土（MH）、高液限黏土（CH） | 0.70～0.71 | 0.71～0.75 | 0.72～0.78 | 0.73～0.82 | 0.73～0.86 | 0.74～0.94 |

注：1 小于0.075mm颗粒含量大和塑性指数高时，调整系数取低值；反之，调整系数取高值。

2 当表中调整系数最大值为1.00时，调整系数取高值。

**F.0.2** 粒料类基层和底基层材料回弹模量可按表F.0.2-1选取。无机结合料类基层和底基层材料弹性模量可按F.0.2-2选取。沥青机结合料类基层动态可按表F.0.2-3选取。

表F.0.2-1 粒料类基层和底基层材料回弹模量（MPa）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料类型 | 取值范围 | 代表值 |
| 级配碎石（基层） | 200～400 | 300 |
| 级配碎石（底基层） | 180～250 | 220 |
| 未筛分碎石 | 180～220 | 200 |
| 级配砾石（基层） | 150～300 | 250 |
| 级配砾石（底基层） | 150～220 | 190 |
| 天然砂砾 | 105～135 | 120 |

表F.0.2-2 无机结合料类基层和底基层材料弹性模量（MPa）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料类型 | 7d浸水抗压强度 | 试件模量 | 收缩开裂后模量 | 疲劳破坏后模量 |
| 水泥稳定类 | 3.0～6.0 | 3000～14000 | 2000～2500 | 300～500 |
| 1.5～3.0 | 2000～10000 | 1000～2000 | 200～400 |
| 石灰、粉煤灰稳定类 | ≥0.8 | 3000～14000 | 2000～2500 | 300～500 |
| 0.5～0.8 | 2000～10000 | 1000～2000 | 200～400 |
| 石灰稳定类 | ≥0.8 | 2000～4000 | 800～2000 | 100～300 |
| 0.5～0.8 | 1000～2000 | 400～1000 | 50～200 |
| 开级配水泥稳定碎石（CTPB） | ≥4.0 | 1300～1700 | | — |

表F.0.2-3 沥青机结合料类基层动态

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料类型 | 条件 | 取值范围（MPa） |
| 沥青混凝土（AC-10） | 20℃，10HZ，90A，110A，空隙率7%，沥青用量6% | 4700 ~ 5600 |
| 沥青混凝土（AC-16） | 4500 ~ 5400 |
| 沥青混凝土（AC-25） | 4000 ~ 5000 |
| 密级配沥青碎石（ATB-25） | 3500 ~ 4200 |
| 开级配沥青稳定碎石（ATPB） | 20℃，沥青用量2.5% ~ 3.5% | 600 ~ 800 |

**F.0.3** 水泥混凝土弯拉弹性模量可按表F.0.3-1选取，水泥混凝土线膨胀系数可按表F.0.3-2选取。

表F.0.3-1 水泥混凝土弯拉弹性模量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 弯拉强度(MPa) | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 |
| 抗压强度(MPa) | 7 | 11 | 15 | 20 | 25 |
| 抗拉强度(MPa) | 0.89 | 1.21 | 1.53 | 1.86 | 2.20 |
| 弹性模量(GPa) | 15 | 18 | 21 | 23 | 25 |
| 弯拉强度(MPa) | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 |  |
| 抗压强度(MPa) | 30 | 36 | 42 | 49 |  |
| 抗拉强度(MPa) | 2.54 | 2.85 | 3.22 | 3.55 |  |
| 弯拉弹性模量(GPa) | 27 | 29 | 31 | 33 |  |

表F.0.3-2 水泥混凝土线膨胀系数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粗集料类型 | 石英岩 | 砂岩 | 砾石 | 花岗岩 | 玄武岩 | 石灰岩 |
| 水泥混凝土线膨胀系数（10-6/℃） | 12 | 12 | 11 | 10 | 9 | 7 |

# 附录G 混凝土板应力分析及厚度计算

## G.1单层混凝土板应力分析及厚度计算

**G.1.1**单层混凝土板荷载应力分析应符合下列规定：

**1**）标准轴载在临界荷位处产生的荷载疲劳应力应按下式计算：

（G.1.1-1）

式中：——标准轴载在临界荷位处产生的荷载疲劳应力（MPa）；

——标准轴载在四边自由板的临界荷位处产生的荷载应力（MPa）；

——考虑接缝传荷能力的应力折减系数，采用混凝土路肩时，=0.87～0.92（路肩面层与路面面层等厚时取低值，减薄时取高值）；采用柔性路肩或土路肩时，=1.0；

——考虑设计工作年限内荷载应力累计疲劳作用的疲劳应力系数；

——考虑偏载和动载等因素对路面疲劳损坏影响的综合系数，按表G.1.1确定。

表G.1.1综合系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路等级 | 快速路 | 主干路 | 次干路 | 支路 |
| 综合系数 | 1.15 | 1.1 | 1.05 | 1 |

**2**）设计轴载在四边自由板临界荷位处产生的荷载应力应按下列公式计算：

（G.1.1-2）

（G.1.1-3）

（G.1.1-4）

式中：——设计轴载的单轴重（kN）；

、、——混凝土面层板的厚度（m）、弯拉弹性模量（MPa）和泊松比；

——混凝士面层板的相对刚度半径（m）；

——混凝土面层板的截面弯曲刚度（MN.m）；

*Et*——板底地基当量回弹模量（MPa）。

**3**）设计工作年限内的荷载疲劳应力系数应按下式计算确定：

（G.1.1-5）

碾压混凝土和贫混凝土，=0.065；钢纤维混凝土，应按下式计算确定。

（G.1.1-6）

式中：

——设计工作年限内的设计轴载累计作用次数，应按本标准式（3.2.4-3）计算；

——材料疲劳指数，普通混凝土、钢筋混凝土、连续配筋混凝土，=0.057；——钢纤维的体积率（%）；

——钢纤维的长度（mm）；

——钢纤维的直径（mm）。

**4**）新建道路的基层顶面当量回弹模量可按下列公式计算：

（G.1.1-7）

（G.1.1-8）

（G.1.1-9）

（G.1.1-10）

式中：——路床顶面的当量回弹模量（MPa）；

——与粒料层总厚度有关的回归系数；

*Ex*——粒料层的当量回弹模量（MPa）；

——粒料层的总厚度 （m）；

——粒料层的层数；

——粒料层回弹模量（MPa）；

——粒料层的厚度（m）。

**5**）在旧柔性路面上铺筑水泥混凝土面层时，旧柔性路面顶面的当量回弹模量*Et*可根据落锤式弯沉仪的中心点弯沉的测定结果或根据贝克曼梁的弯沉测定结果，应按下列公式计算：

（G.1.1-11）

（G.1.1-12）

（G.1.1-13）

式中：—路段代表弯沉值（0.01mm）；

—路段弯沉平均值（0.01mm）；

—路段弯沉的标准差（0.01mm）。

**6**）最重轴载在面层板临界荷位处产生的最大荷载应力，应按下式计算：

（G.1.1-14）

式中：—最重轴载*Pm*在面层板临界荷位处产生的最大荷载应力（MPa）；

—最重轴载*Pm*在四边自由板临界荷位处产生的最大荷载应力（MPa）。

**G.1.2**单层混凝土板温度应力分析应按符合下列规定：

**1**）在临界荷位处的温度疲劳应力应按下式计算：

（G.1.2-1）

式中：—面层板临界荷位处的温度疲劳应力（MPa）；

—最大温度梯度时面层板产生的最大温度应力（MPa）；

—考虑温度应力累计疲劳作用的温度疲劳应力系数。

**2**）最大温度梯度时混凝土面层板最大温度应力应按下列公式计算：

（G.1.2-2）

 （G.1.2-3）

 （G.1.2-4）

（G.1.2-5）

式中：—混凝土的线膨胀系数（1/℃），通常取1×10-5/℃；

—最大温度梯度（℃/m）；

—水泥混凝土面层厚度（m）；

—综合温度翘曲应力和内应力作用的温度应力系数；

—混凝土面层板的温度翘曲应力系数；

t—与面层板尺寸有关的参数；

—板长，即横缝间距（m）；

r—单层混凝土板的相对刚度半径（m）。

**3**）温度疲劳应力系数可按下式计算：

（G.1.2-6）

式中：a、b、c—回归系数，按所在地区的道路自然区划查表G.1.2确定。

表G.1.2回归系数a、b、c

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 系数 | 道路自然区划 | | | | | |
| Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ | Ⅵ | Ⅶ |
| a | 0.828 | 0.855 | 0.841 | 0.871 | 0.837 | 0.834 |
| b | 0.041 | 0.041 | 0.058 | 0.071 | 0.038 | 0.052 |
| c | 1.323 | 1.355 | 1.323 | 1.287 | 1.382 | 1.270 |

## G.2双层混凝土板应力分析及厚度计算

**G.2.1**双层混凝土板荷载应力应符合下列规定：

**1**）面层板或上面层板的荷载疲劳应力应按本标准式（G.1.1）计算。其中，荷载疲劳应力系数、应力折减系数和综合系数的确定方法，与单层板的相同；设计轴载在上层板临界荷位处产生的荷载应力应按下列公式计算：

（G.2.1-1）

（G.2.1-2）

（G.2.1-3）

式中： —下层板的截面弯曲刚度（MN.m）；

*、、*—下层板的厚度（m）、弯拉弹性模量（MPa）和泊松比；

—双层板的总相对刚度半径（m）；

—上层板的厚度（m）和截面弯曲刚度（MN.m）。

**2**）贫混凝士或碾压混凝土基层板或下面层板的荷载疲劳应力，应按本标准式（G.2.1-4）计算。其中，疲劳应力系数*kr*和综合系数*kc*的确定方法与单层板的确定方法相同；设计轴载Ps在下层板临界荷位处产生的荷载应力应按下列公式计算：

（G.2.1-4）

（G.2.1-5）

式中：——下层板的荷载疲劳应力（MPa）；

——设计轴载Ps在下层板临界荷位处产生的荷载应力（MPa）。

**3**）最重轴载在上层板临界荷位处产生的最大荷载应力应按本标准式（G.1.1-14）计算。其中，应力折减系数*kr*和综合系数*kc*应按本标准第G.1.1条确定；最重轴载在四边自由板临界荷位处产生的最大荷载应力应按本标准式（G.2.1-1）计算，式中的设计轴载*Ps*应改为最重轴载*Pm*。

**G.2.2**双层混凝土板温度应力应符合下列规定：

**1**）上层板的温度疲劳应力、最大温度翘曲应力、综合温度翘曲应力和内应力作用的温度应力系数*Bx*的计算式应与单层板的相同，下层板的温度疲劳应力不需计算分析。

**2**）上层板的温度翘曲应力系数应按下列公式计算：

（G.2.2-1）

（G.2.2-2）

（G.2.2-3）

（G.2.2-4）

：

（G.2.2-5）

式中：—与双层板结构有关的参数；

—层间接触状况参数（m）；

—面层与基层之间竖向接触刚度，设沥青混凝土夹层或隔离层时，取3000MPa/m。

## G.3复合板应力分析及厚度计算

**G.3.1**面层复合板的荷载疲劳应力和最大荷载应力计算，应与单层板或上层板完全相同，可用面层复合板的截面弯曲刚度和等效厚度替代单层板或上层板的弯曲刚度和厚度，板相对刚度半径*r*或*rg*应依据面层复合板弯曲刚度重新计算。面层复合板弯曲刚度等效厚度应按下列公式计算：

（G.3.1-1）

（G.3.1-2）

（G.3.1-3）

式中：

，——面层复合板上层的弯拉弹性模量（MPa）和厚度（m）；

，、——面层复合板下层的弯拉弹性模量（MPa）、泊松比和厚度（m）；

——面层复合板中性轴至下层底部的距离（m）。

**G.3.2**面层复合板的疲劳温度应力计算和疲劳温度应力系数与单层板相同。最大温度应力应按下列公式计算：

（G.3.2-1）

（G.3.2-2）

式中：

——面层复合板的温度应力系数；

——面层复合板的最大温度应力修正系数。

**G.3.3**基层复合板的弯曲刚度应按下列公式计算：

（G.3.3-1）

（G.3.3-2）

式中：——基层复合板的弯曲刚度（MN.m）；

、——基层和底基层的弯曲刚度（MN.m）；

——按本标准式（G.2.1-5）计算得到的基层复合板的名义荷载应力，其中，以基层厚度替代式中基层厚度，以复合板弯曲刚度替代式中基层板弯曲刚度。

**G.3.4**当基层为贫混凝土或碾压混凝土时，复合板中基层的荷载疲劳应力应按本标准式G.3.3-2计算。其他类型基层可不进行荷载疲劳应力计算。

# 附录H 连续配筋混凝土面层纵向配筋计算

**H.0.1**横向裂缝平均间距应按下列公式计算：

（H.0.1-1）

（H.0.1-2）

（H.0.1-3）

（H.0.1-4）

（H.0.1-5）

（H.0.1-6）

（H.0.1-7）

（H.0.1-8）

（H.0.1-9）

式中：

——横向裂缝平均间距（m）；

——混凝土抗拉强度（MPa）；

——混凝士抗压强度（MPa）；

——钢筋埋置深度（m）；

——混凝士面层厚度（m）；

——混凝土重度（kN/m3）；

——混凝土面层与基层间的摩阻系数；

——纵向钢筋直径（m）；

——纵向钢筋配筋率，为钢筋横断面面积As与混凝土横断面面积Ac的比值（%）；

——温度和湿度变形完全受约束时的翘曲应力；

——混凝土弹性模量（MPa）；

——混凝土泊松比，可取为0.15~0.18；

——无约束时混凝土面层顶面与底面间的最大当量应变差；

——混凝土线膨胀系数（1/℃）；

——混凝土面层顶面与底面间的最大负温度梯度（℃/m），；

——混凝土面层厚度不等于0.22m时的温度梯度厚度修正系数；

——无约束条件下混凝土的最大干缩应变；

——养生条件系数，水中或盖麻布养生时，；采用养生剂养生时，；

——混凝土单位用水量（N/m3）；

——与气候区和最小空气湿度有关的系数，道路位于道路自然区划II，IV和V区，=0.4；位于III、VI和VII区，=0.68；

——翘曲应力系数；

r——面层板的相对刚度半径（m）；

——混凝土与钢筋间的最大黏结应力；

——混凝土和钢筋之间的黏结-滑移系数；

——钢筋埋置深度处的混凝土最大总应变；

——钢筋埋置深度处混凝土温度与硬化时温度的最大温差（℃）；

——无约束条件下钢筋埋置深度处混凝土干缩应变；

——年平均空气相对湿度（%）。

**H.0.2**纵向钢筋埋置深度处的横向裂缝缝隙平均宽度应按下列公式计算：

（H.0.2-1）

（H.0.2-2）

（H.0.2-3）

（H.0.2-4）

（H.0.2-5）

式中：

——钢筋埋置深度处的横向裂缝缝隙平均宽度（mm）；

——与混凝土和钢筋之间的黏结-滑移特性有关的系数。

**H.0.3**纵向钢筋应力应按下式计算。

（H.0.3）

式中：

——裂缝处纵向钢筋应力（MPa）；

——钢筋弹性模量（MPa）；

——钢筋的线膨胀系数（1/℃），9×。

**H.0.4**纵向配筋率计算步骤应符合下列规定：

1初拟配筋率ρ，应按本标准式（H.0.1-1）计算横向裂缝平均间距Ld。当Ld>1.8m时，应增大配筋率，重复计算至符合要求。

2应按本标准式（H.0.2-1）计算裂缝缝隙平均宽度*bj*。当*bj* ≤0.5mm时，满足要求；否则应增大配筋率，重复计算至符合要求。

3应按本标准式（H.3-1）计算钢筋应力σs。当σs不大于钢筋屈服强度时，满足要求；否则应增大配筋率，重复计算至符合要求。

4综合计算结果最终确定配筋率，并应进一步确定钢筋根数。在满足纵向钢筋间距要求的条件下，宜选用直径较小的钢筋。

# 附录J 有沥青上面层的混凝土板应力分析

## J.1荷载应力分析

**J.1.1**有沥青上面层的混凝土板的临界荷位，应为板的纵向边缘中部。设计轴载在临界荷位处产生的荷载疲劳应力，应按式（G.1.1-1）计算确定。其中，应力折减系数、荷载疲劳应力系数和综合系数的确定方法，与无沥青上面层时完全相同。

**J.l.2**设计轴载和最重轴载在有沥青上面层的混凝土板临界荷位处产生的荷载应力和最大荷载应力应分别按下列公示计算：

 （J.1.2-1）

 （J.1.2-2）

式中：

——设计轴载在有沥青上面层的混凝土板临界荷位处产生的荷载应力（MPa）；

——最重轴载在有沥青上面层的混凝土板临界荷位处产生的最大荷载应力（MPa）；

——系数，应按表J.1.2选取；

——沥青上面层厚度（m）；

——设计轴载*Ps*在无沥青上面层的混凝土板临界荷位处产生的荷载应力（MPa），按本标准式（G.1.1-2）计算；

——最重轴载*Pm*在无沥青上面层的混凝土板临界荷位处产生的最大荷载应力（MPa），按本标准式（G.1.1-14）计算。

表J.1.2 系数取值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *E*c/*E*T | 混凝土板厚度（m） | | | | | | | |
| 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.30 |
| 80 | 2.10 | 2.00 | 1.92 | 1.84 | 1.76 | 1.68 | 1.62 | 1.56 |
| 100 | 2.06 | 1.97 | 1.89 | 1.81 | 1.73 | 1.65 | 1.59 | 1.53 |
| 150 | 2.03 | 1.94 | 1.84 | 1.76 | 1.68 | 1.61 | 1.54 | 1.48 |
| 200 | 2.01 | 1.91 | 1.81 | 1.73 | 1.64 | 1.57 | 1.51 | 1.45 |
| 250 | 2.00 | 1.88 | 1.78 | 1.70 | 1.62 | 1.54 | 1.48 | 1.42 |
| 300 | 1.97 | 1.87 | 1.77 | 1.68 | 1.60 | 1.52 | 1.46 | 1.40 |

## J.2温度应力分析

**J.2.1**有沥青上面层的混凝土板临界荷位处温度疲劳应力和最大温度梯度时混凝土极最大温度应力应分别按下列公式确定：

 （J.2.1-1）

 （J.2.1-2）

式中：

*g*

*T*

——有沥青上面层的混凝土板临界荷位处温度疲劳应力（MPa）；

——有沥青上面层的混凝土板临界荷位处在最大温度梯度时的温度应力（MPa）；

——系数，应按表J.2.1-1选用；

——无沥青上面层的混凝土板在临界荷位处的温度疲劳应力（MPa），按本标准式（G.1.2-1）计算确定；其中，计算混凝土板最大温度翘曲应力时，其最大温度梯度值值乘以考虑沥青上面层厚度影响的修正系数，其数值应按表J.2.1-2选用；

——最大温度梯度在无沥青上面层的混凝土板临界荷位处产生的最大温度应力（MPa），应按本标准式（G.3.2-1）计算。

表J.2.1-1系数取值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *E*c（GPa） | 混凝土板厚度（m） | | | | | |
| 0.20 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.30 |
| 28 | 0.93 | 0.86 | 0.77 | 0.70 | 0.63 | 0.60 |
| 30 | 0.87 | 0.80 | 0.71 | 0.65 | 0.59 | 0.56 |
| 32 | 0.84 | 0.75 | 0.68 | 0.61 | 0.56 | 0.53 |
| 34 | 0.78 | 0.71 | 0.64 | 0.57 | 0.53 | 0.50 |
| 36 | 0.74 | 0.67 | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.48 |
| 38 | 0.70 | 0.64 | 0.57 | 0.52 | 0.47 | 0.45 |

表J.2.1-2 温度梯度修正系数

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| （m） | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.20 |
| 温度梯度修正系数*ξt* | 1.13 | 0.96 | 0.82 | 0.70 | 0.59 | 0.51 | 0.43 | 0.37 | 0.31 | 0.27 |

# 附录K 城市道路工程分部（子分部）、分项（子分项）、检验批划分表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 分部工程 | 子分部工程 | 分项工程 | 检验批 |
| 路面  垫层 |  | 砂砾垫层 | 每条路或路段 |
| 路面  基层 | 无机结合料类基层 | 水泥稳定粒料基层 | 每条路或路段 |
| 石灰稳定土基层 | 每条路或路段 |
| 石灰、粉煤灰稳定粒料基层 | 每条路或路段 |
| 石灰、粉煤灰、钢渣基层 | 每条路或路段 |
| 混凝土类基层 | 贫混凝土基层 | 每条路或路段 |
| 水泥混凝土基层 | 每条路或路段 |
| 沥青结合料类基层 | 沥青碎石基层 | 每条路或路段 |
| 贯入式碎石基层 | 每条路或路段 |
| 冷再生沥青混合料基层 | 每条路或路段 |
| 粒料类基层 | 级配砂砾 | 每条路或路段 |
| 级配碎石基层 | 每条路或路段 |
| 路面  面层 | 水泥混凝土 （钢筋混凝土）面层 |  | 每条路或路段 |
| 沥青混合料面层 | 透层 | 每条路或路段 |
| 粘层  热拌沥青混合料面层 | 每条路或路段 |
| 封层 | 每条路或路段 |
| 热拌沥青混合料面层 | 每条路或路段 |
| 温拌沥青混合料面层 | 每条路或路段 |
| 冷拌沥青混合料面层 | 每条路或路段 |
| 厂拌热再生沥青混合料面层 | 每条路或路段 |
| 厂拌温再生沥青混合料面层 | 每条路或路段 |
| 现场再生沥青混合料面层 | 每条路或路段 |
| 贯入式碎石面层 | 每条路或路段 |
| 沥青表面处治 | 每条路或路段 |
| 石材面层 |  | 每条路或路段 |
| 广场与停车场 | 水泥混凝土（钢筋混凝土）面层 |  | 每个广场或划分的区段 |
| 沥青混合料面层 | 同沥青混合料路面 | 每个广场或划分的区段 |
| 石材面层 |  | 每个广场或划分的区段 |
| 路面砖面层 |  | 每个广场或划分的区段 |
| 人行道 | 沥青混合料面层 | 同沥青混合料路面 | 每条路或路段 |
| 石材面层 |  | 每条路或路段 |
| 路面砖面层 |  | 每条路或路段 |
| 环保、安全设施 | 交通安全设施 | 护栏 | 每条路或路段 |
| 地袱、栏杆与扶手 | 每条路或路段 |
| 隔离墩与防撞墩 | 每条路或路段 |
| 隔离栅 | 每条路或路段 |
| 防眩板 | 每处声屏障墙 |
| 交通环保设施 | 声屏障（砌体、金属） | 每条路或路段 |

注：工程开工前建设、监理、施工单位应根据施工图及工程实际情况进行单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项（子分项）工程、检验批划分，作为工程施工质量检验和验收的基础。

# 附录L 检验批、分项、分部工程质量验收记录表

**L.0.1**检验批的质量检验记录宜由施工项目专业质量检查员填写，监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业质量检查员进行验收，并按表L.0.1记录。

表L.0.1 　检验批质量验收记录

**编号:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 施工单位 | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 单位工程名称 | | | |  | | | | | | 分部工程名称 | | | | |  | | | | |
| 分项工程名称 | | | |  | | | | | | 验收部位 | | | | |  | | | | |
| 工程数量 | | | |  | 项目经理 | | | | |  | | | | | 技术负责人 | | |  | |
| 交方班组 | | | |  | 接方班组 | | | | |  | | | | | 检验日期 | | |  | |
| 序号 | 项目 | | 检验依据/允许偏差（规定值或±偏差值） | | | | 检验评定结果 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | | | 3 | 4 | | 5 | 应检点数 | | 合格点数 | | 合格率（％） |
| 1 | 主  控  项  目 |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  |  | |  | |  |
| 2 |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  |  | |  | |  |
| 3 |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  |  | |  | |  |
| 4 |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  |  | |  | |  |
| 5 | 一  般项  目 |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  |  | |  | |  |
| 6 |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  |  | |  | |  |
| 7 |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  |  | |  | |  |
| 8 |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  |  | |  | |  |
| 检验批合格率（％） | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检验评定结果 | | | | 施工班组长 | |  | | | | | | | 施工员 | | |  | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 专业质量检查员 | | | | |  | | | | | | | | | | |
| 监理(建设)  单位验收结论 | | | | 监理工程师  （建设单位项目专业技术负责人）：    年　　　月　　日 | | | | | | | | | | | | | | | |

L**.0.2**分项工程质量应由监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织施工单位项目技术负责人等进行验收，并按表L.0.2记录。

**表**L**.0.2 ＿＿＿＿＿＿分项工程质量验收记录**

**编号:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | | |
| 施工单位 | |  | | | | |
| 单位工程名称 | |  | | 分部工程名称 | |  |
| 分项工程名称 | |  | | 检验批数 | |  |
| 项目经理 | |  | | 项目技术负责人 | |  |
| 序号 | 检验批部  位、区段 | 施工单位检验 | | 监理(建设)单位验收 | | |
| 合格率（％） | 检验结论 | 验收结论 | | |
| 1 |  |  |  |  | | |
| 2 |  |  |  |  | | |
| 3 |  |  |  |  | | |
| 4 |  |  |  |  | | |
| 5 |  |  |  |  | | |
| 6 |  |  |  |  | | |
| 7 |  |  |  |  | | |
| 8 |  |  |  |  | | |
| 9 |  |  |  |  | | |
| 10 |  |  |  |  | | |
| 11 |  |  |  |  | | |
| 12 |  |  |  |  | | |
| 13 |  |  |  |  | | |
| 14 |  |  |  |  | | |
| 15 |  |  |  |  | | |
| 16 |  |  |  |  | | |
| 分项工程合格率（％） | | | |  | | |
| 检验  结  论 | 项目专业技术负责人：    年　 月　 日 | | | 验  收  结  论 | 监理工程师  （建设单位项目专业技术负责人）：  年　　月　　日 | |

L**.0.3**分部（子分部）工程质量应由总监理工程师（建设单位项目专业负责人）组织施工项目经理和有关勘察、设计单位项目负责人进行验收，并按表L.0.3记录。

表L.0.3 ＿＿＿＿＿＿分部（子分部）工程验收记录

**编号:\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | |
| 施工单位 | |  | | | |
| 单位工程名称 | |  | | 分部工程名称 |  |
| 项目经理 | |  | | 项目技术负责人 |  |
| 序号 | 分项工程名称 | | 检验批数 | 施工单位检验评定  合格率（％） | 监理单位验收意见 |
| 1 |  | |  |  |  |
| 2 |  | |  |  |
| 3 |  | |  |  |
| 4 |  | |  |  |
| 5 |  | |  |  |
| 6 |  | |  |  |
| 7 |  | |  |  |
| 质量控制资料 | | |  | |  |
| 安全和功能检验  （检测）报告 | | |  | |  |
| 观感质量验收 | | |  | |  |
| 验收结论 | | |  | 分部工程合格率（％） |  |
| 参  加  验  收  单  位 | 施工单位 | | 项目经理：  年　　月　　日 | | |
| 勘察、设计单位 | | 项目专业负责人： 　　 年　　月　　日 | | |
| 监理（建设）单位 | | 总监理工程师  （建设单位项目专业负责人）：  年 　　月 　　日 | | |

# 本标准用词说明

**1** 为了便于在执行本标准条文时区别对待，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：

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”。

# 引用标准名录

1 《室外排水设计规范》GB50014

2 《混凝土外加剂应用技术规程》GB 50119

3 《预应力混凝土路面工程技术规范》GB50422

4 《通用硅酸盐水泥》GB 175

5 《化学试剂 熔点范围测定通用方法》GB/T 617

6 《塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分:浸渍法、液体比重瓶法和滴定法》GB/T 1033.1

7 《清漆、清油及稀释剂颜色测定法》GB/T 1722

8 《色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法》GB/T 1768

9 《橡胶 溶剂抽出物的测定》GB/T 3516

10 《橡胶 灰分的测定》GB/T 4498

11 《颜料水溶物测定 冷萃取法》GB/T 5211.1

12 《表面活性剂游离碱度或游离酸度的测定 滴定法》GB/T 6365

13 《表面活性剂 水溶液pH值的测定 电位法》GB/T 6368

14 《混凝土外加剂》GB 8076

15 《表面活性剂 洗涤剂试验方法》GB/T 13173

16 《道路硅酸盐水泥》GB 13693

17 《建设用砂》GB/T 14684

18 《建设用卵石、碎石》GB/T 14685

19 《橡胶及橡胶制品组分含量的测定 热重分析法》GB/T 14837

20 [《中国颜色体系》](https://www.baidu.com/link?url=V40Wu78hNAS66q86M4S2D8YGKVJ4Gnb352T4wZRAzRST112gH3jXsXMd9nSNheK8prUpSuS4lt0kFgcFBahHg_&wd=&eqid=910abb23000044d2000000055fc241fc" \t "_blank) GB/T 15608

21 《水泥胶砂强度试验》GB/T 17671

22 《硫化橡胶粉》 GB/T 19208

23 《闪点的测定 闭杯平衡法》GB/T 21775

24 《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993

25 《混凝土路面砖》GB 28635

26 《道路与桥梁铺装用环氧沥青材料通用技术条件》GB/T 30598

27 《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1

28 《城市桥梁设计规范》CJJ 11

29 《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221

30 《广场路面用天然石材》JC/T 2114

31 《混凝土用水标准》JGJ 63

32 《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221

33 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20

34 《公路工程集料试验规程》JTG E42

35 《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30

36 《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40

37 《公路沥青路面再生技术规范》JTG F41