

ICS 93.080.1

黑龙江省地方标准

DB23

P 51

DB23/T ****—2021

黑龙江省城镇道路设计规程

Technical specification for design of urban road of
heilongjiang province

(征求意见稿)

联系人：张德平

地 址：哈尔滨市道里区四方台大道 2101 号

邮 编：150070

电 话：0451-51092666-321 邮箱:320098220@qq.com

2021-0*-**发布

2021-**-0*实施

黑龙江省住房和城乡建设厅
黑龙江省市场监督管理局

联合发布

前 言

本规程是根据黑龙江省市场监督管理局 2021 年度标准编制计划和黑龙江省住房和城乡建设厅工作要求，由哈尔滨市市政工程设计院有限公司会同有关单位共同编制而成。

本规程拟对我省城镇道路建设及病害情况进行广泛调研，总结设计与施工的实践经验，充分吸纳近年来国内外先进的研究成果和成熟技术，针对寒区城镇道路设计方面的主要问题开展专题研究工作，对黑龙江省城镇道路路基路面设计做出规定。

本规程共分 11 章，主要内容包括：1.总则、2.规范性引用文件、3.术语和符号、4.一般规定、5.基本资料调查、6.材料抗冻性要求、7.季节性冻土地地区路基设计、8.多年冻土地地区路基设计、9.沥青路面设计、10.水泥混凝土路面设计、11.人行道、广场铺装及道路附属设施、条文说明。

本规程由黑龙江省住房和城乡建设厅、黑龙江省市场监督管理局共同管理，黑龙江省住房和城乡建设厅归口并负责组织实施，由哈尔滨市市政工程设计院有限公司负责具体技术内容的解释。本规程执行过程中如发现需要修正及补充之处，敬请及时向哈尔滨市市政工程设计院有限公司（地址：哈尔滨市道里区四方台大道 2101 号，邮政编码：150070，电话：0451-51866170，邮箱：

dqfy2016@163.com) 反馈，以便今后修订标准时参考。

本规程主编单位：哈尔滨市市政工程设计院有限公司

本规程参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	3
3 基本规定.....	5
3.1 路线.....	5
3.2 路基.....	12
3.3 基层.....	16
3.4 路面.....	21
3.5 人行道.....	24
4 基本资料调查.....	27
4.1 气象资料调查.....	27
4.2 地热水采集系统设计.....	28
4.3 既有工程病害资料调查.....	29
5 材料抗冻性要求.....	30
5.1 一般规定.....	30
5.2 水泥混凝土抗冻要求.....	30
5.3 水泥混凝土制品抗冻要求.....	32
5.4 沥青混合料抗冻性要求.....	32
5.5 水泥稳定材料基层抗冻性要求.....	33
5.6 湿拌砂浆及干拌砂浆的抗冻性要求.....	33
5.7 路基填筑材料的抗冻性要求.....	33
6 季节性冻土地区路基设计.....	34
6.1 路基抗冻设计指标.....	34
6.2 基底处理.....	36
6.3 路基填料选择.....	36
6.4 路基排水设计.....	38
6.5 路基防护与支挡.....	41

6.6 改扩建路基设计.....	43
7 多年冻土地区路基设计.....	44
7.1 一般规定.....	44
7.2 设计原则.....	44
7.3 路床.....	45
7.4 路堤设计.....	45
7.5 低填浅挖及零填挖断面结构设计.....	47
7.6 路堑设计.....	48
7.7 路基防护与支挡.....	48
7.8 过渡段设计.....	50
7.9 特殊结构路基设计.....	51
8 沥青路面设计.....	53
8.1 一般规定.....	53
8.2 结构组合设计.....	53
8.3 材料技术要求和设计参数.....	54
8.4 路面结构验算.....	55
9 水泥混凝土路面设计.....	56
9.1 一般规定.....	56
9.2 结构组合设计.....	56
9.3 材料技术要求和设计参数.....	58
9.4 抗冻耐久性设计.....	60
9.5 接缝设计.....	63
9.6 加铺层结构设计.....	63
10 人行道、广场铺装设计及道路附属设施.....	65
10.1 砌块路面.....	65
10.2 透水铺装.....	70
10.3 可调式防沉降检查井盖.....	75
10.4 其他附属设施.....	77
本规程用词说明.....	79
引用标准名录.....	80

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	3
3	Basic Provisions.....	5
3.1	Route.....	5
3.2	subgrade.....	12
3.3	the basic level.....	16
3.4	pavement.....	21
3.5	Sidewalk.....	24
4	Basic data survey.....	27
4.1	Meteorological data survey.....	27
4.2	Design of geothermal water collection system.....	28
5.3	Investigation on disease data of existing projects.....	29
5	Material frost resistance requirements.....	30
5.1	general provisions.....	30
5.2	Frost resistance requirements of cement concrete.....	30
5.3	Requirements for frost resistance of cement concrete products.....	33
5.4	Requirements for frost resistance of asphalt mixture.....	32
5.5	Requirements for frost resistance of cement stabilized material base.....	32
5.6	Requirements for frost resistance of wet mixed mortar and dry mixed mortar	33
5.7	Requirements for frost resistance of subgrade filling materials.....	33
6	Subgrade design in seasonally frozen soil area.....	34
6.1	Subgrade Frost Resistance Design Index.....	34

6. 2	Substrate treatment.....	36
6. 3	Subgrade filler selection.....	36
6. 4	Subgrade drainage design.....	38
6. 5	Subgrade protection and retaining.....	41
6. 6	Subgrade design for reconstruction and expansion.....	43
7	Subgrade design in Permafrost Region.....	44
7. 1	general provisions.....	44
7. 2	Design principles.....	44
7. 3	Roadbed.....	45
7. 4	Embankment design.....	45
7. 5	Structural design of low fill shallow excavation and zero fill excavation section.....	48
7. 6	Cutting design.....	48
7. 7	Subgrade protection and retaining.....	48
7. 8	Transition section design.....	50
7. 9	Subgrade design of special structure.....	51
8	Asphalt pavement design.....	53
8. 1	general provisions.....	53
8. 2	Structural combination design.....	53
8. 3	Material technical requirements and design parameters.....	54
8. 4	Pavement structure checking calculation.....	55
9	Cement concrete pavement design.....	56
9. 1	general provisions.....	56
9. 2	Structural combination design.....	56
9. 3	Material technical requirements and design parameters.....	58
9. 4	Frost resistance durability design.....	60
9. 5	Joint design.....	63
9. 6	Overlay structure design.....	63

10 Pavement design of sidewalks and squares and road ancillary facilities.....	65
10.1 Block pavement.....	65
10.2 Permeable pavement.....	70
10.3 Adjustable anti settlement manhole cover.....	75
10.4 Other ancillary facilities.....	77
Explanation of Wording in This Specification.....	79
List of Quoted Standards.....	80
Addition: Explanation of Provisions.....	81

1 总则

1.0.1 为规范黑龙江省地热能供暖系统的勘察、设计、施工及验收等各环节，切实保障工程质量，确保地热能供暖系统经济、合理、安全、可靠地运行以及更好地发挥其节能、环境效益，制定本规程。为适应黑龙江省城镇道路建设和发展的需要，规范城镇道路工程设计，统一城镇道路工程设计主要技术指标，指导城镇道路专用标准的编制，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于黑龙江省内的新建和改建的各级城镇道路设计。

1.0.3 城镇道路工程设计应根据城镇总体规划、城市综合交通规划、专项规划，考虑社会效益、环境效益与经济效益的协调统一，合理采用技术标准。遵循和体现以人为本、资源节约、环境友好的设计原则。

1.0.4 城镇道路工程设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 主路 main road

快速路或主干路中与辅路分隔，供机动车快速通过的道路。

2.1.2 辅路 side road

集散快速路或主干路交通，设置于主路两侧或一侧。单向或双向行驶交通，可间断或连续设置的道路。

2.1.3 设计速度 design speed

包括确定路面宽度而采用的远期交通量的年限与为确定路面结构而采用的保证路面结构不需进行大修即可按预定目的使用的设计使用年限两种。

2.1.4 设计年限 design life

包括确定路面宽度而采用的远期交通量的年限与为确定路面结构而采用的保证路面结构不需进行大修即可按预定目的使用的设计使用年限两种。

2.1.5 通行能力 traffic capacity

在一定的道路和交通条件下，单位时间内道路上某一路段通过某一断面的最大交通流率。

2.1.6 服务水平 level of service

衡量交通流运行条件及驾驶人和乘客所感受的服务质量的一项指标，通常根据交通量、速度、行驶时间、行驶（步行）自由度、交通中断、舒适和方便等指标确定。

2.1.7 彩色沥青混凝土路面 colorful 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特定的温度下拌合形成的具有一定强度和路用性能的新型沥青混凝土路面。

2.1.8 降噪路面 reducing noise pavement

具有减低轮胎和路面摩擦产生的噪声功能的路面。

2.1.9 透水路面 pervious pavement

能使降水通过空隙率较高、透水性能良好的道路结构层路面。

2.1.10 抗凝冰路面 Anti freezing pavement

使用掺有抗凝冰改性剂的沥青混合料铺筑的具有融冰化雪的路面。

2.1.11 抗凝冰涂层 Anticoagulant ice coating

将抗凝冰有效成分分散于有机溶剂中形成涂层材料，通过喷涂或刷涂的方式将涂层材料附着到沥青路表面的抗凝冰功能层。

2.1.12 可调式防沉降球墨铸铁检查井盖 adjustable subsidence prevention spheroidal graphite cast iron manhole cover

由球墨铸铁材料制成，井座承载面为位于顶部与路面标高齐平的防沉降结构，井座与井体采用承插方式连接，上盘面为法兰盘式结构的井盖。

2.1.13 调节环 adjustable ring

用于调节检查井盖、雨水算的平面位置、高差、坡度并防止沥青混合料摊铺时进入井内的环状结构物。

2.2 符号

Hc——机动车车行道最小净高；

Hb——非机动车车行道最小净高；

Hp——人行道最小净高；

E——建筑限界顶角宽度；

Wr——红线宽度；

Wc——机动车道或机非混谷车道的车行道宽度；

Wb——非机动车道的车行道宽度；

Wpc——机动车道或机非混行车道的路面宽度；

Wpb——非机动车道的路面宽度；

Wmc——机动车道路缘带宽度;
Wmb——非机动车道路缘带宽度;
Wt——侧向净宽;
Wsc——安全带宽度;
Wdm——中间分隔带宽度;
Wsm——中间分车带宽度;
Wdb——两侧分隔带宽度;
Wsb——两侧分车带宽度;
Wa——路侧带宽度;
Wp——人行道宽度;
Wg——绿化带宽度;
Wf——设施带宽度;
V/C——在理想条件下,最大服务交通量与基本通行能力之比;
Sc——铁路平交道口机动车驾驶员侧向最小瞭望视距;
Ss——铁路平交道口机动车距路口停止线的距离。

3 基本规定

3.1 路线

3.1.1 一般规定

1 城市道路路线设计应根据城市总体规划、城市综合交通规划、市政专项规划，合理确定道路等级、平纵线形、横断面布局、交叉口形式等。

2 路线设计应符合城市规划，并结合地形、地物，对工程地质、水文地质、气象气候、生态环境、自然景观等进行调查，合理确定路线线位和平纵线形技术指标，平面应顺适、纵断面应均衡、横断面应合理。

3 路线设计应贯彻环境保护和土地资源利用的基本国策，降低道路工程对沿线生态环境以及资源的影响，并应符合以人为本、资源节约、环境友好的设计原则。

3.1.2 快速路路段车道宽度应符合下列规定：

1 新建、改建快速路路段车道宽度应根据车道上行驶的车辆类型，按表 3.1.2-1 的规定执行。

表 3.1.2-1 快速路路段车道宽度

车型	新建车道宽度	改建车道宽度
小型机动车专用车道 (m)	3.50	3.25~3.50
大型机动车占有率大于 30%的大小车合用车道 (m)	3.75	3.50~3.75

2 在用地受限地段，快速路路段车道最小宽度不应小于表 3.1.2-2 的规定。

表 3.1.2-2 在用地受限地段快速路路段车道最小宽度

车型	车道最小宽度
小型机动车专用车道 (m)	3.00
大型机动车占有率大于 30%的大小车合用车道 (m)	3.25

3.1.3 干路路段车道宽度应符合下列规定：

1 新建、改建干路路段车道宽度，应根据干路类别，按表 3.1.3 的规定执行。

表 3.1.3 干路路段车道宽度

干路类别	新建车道宽度	改建车道宽度
主干路	3.50	3.25~3.50
次干路	3.25	3.00~3.25

2 在用地受限地段，干路路段车道宽度不应小于 2.90m。

3 以货运交通为主的主干路，车道宽度应为 3.50m，用地受限地段不应小于 3.25m。

3.1.4 支路路段车道宽度应符合下列规定：

1 新建、改建支路路段车道宽度，应根据有无公交车通行的情况，按表 3.1.4 的规定执行。

表 3.1.4 支路路段车道宽度

有无公交车	新建车道宽度	改建车道宽度
有	3.25	3.00~3.25
无	3.00	2.75~3.00

2 在用地受限地段，支路路段车道宽度不应小于 2.60m。

3 支路路段上小型机动车专用车道宽度不应小于 2.60m。

3.1.5 非机动车道宽度应符合下列规定：

1 一条非机动车道最小宽度应符合表 3.1.5 的规定。

表 3.1.5 一条非机动车道最小宽度

车辆类型	自行车	三轮车
非机动车道宽度 (m)	1.0	2.0

2 非机动车道数宜根据自行车设计交通量与每条自行车道设计通行能力计算确定，车道数单向不应小于 2 条。

3 非机动车道路面宽度应为非机动车道宽度及两侧各 0.25m 路缘带宽度之和。

4 非机动车专用道路，单向车道宽不宜小于 3.5m，双向车道宽不宜小于 4.5m。沿道路两侧设置的单向非机动车道宽度不宜小于 2.5m。

3.1.6 路侧带可由人行道、绿化带、设施带等组成，路侧带设置应符合下列规定：

1 人行道最小宽度应符合表 3.1.6 的规定。

表 3.1.6 人行道最小宽度

项目	人行道最小宽度 (m)	
	一般值	最小值
各级道路	3.0	2.0
商业或公共场所集中路段	5.0	4.0
火车站、码头附近路段	5.0	4.0
长途汽车站	4.0	3.0

2 绿化带宽度应符合现行行业标准《城市道路绿化规划与设计规范》CJJ 75 的相关要求。车行道两侧的绿化应满足侧向净宽度的要求，并不得侵入道路建筑界限和影响视距。

3 设施带宽度应满足设置护栏、照明灯柱、标志牌、信号灯、城市公共服务设施等的要求。设施带内各种设施应综合布置，可与绿化带结合，但不应相互干扰。

3.1.7 分车带设置应符合下列规定：

1 分车带按其在横断面中的不同位置与功能，可分为中间分车带（简称中间带）及两侧分车带（简称两侧带）；分车带应由分隔带及两侧路缘带组成。

2 分车带最小宽度应符合表 3.1.7 的规定。

表 3.1.7 分车带最小宽度

类别		中间带		两侧带	
设计速度 (km/h)		≥60	<60	≥60	<60
路缘带宽度 W _{mc} 或 W _{mb} (m)	机动车道	0.50	0.25	0.50	0.25
	非机动车道	—	—	0.25	0.25
安全带宽度 W _{sc} (m)	机动车道	0.25	0.25	0.25	0.25
	非机动车道	—	—	0.25	0.25
侧向净宽度 W _l (m)	机动车道	0.75	0.50	0.75	0.50
	非机动车道	—	—	0.50	0.50

分隔带最小宽度 (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
分车带最小宽度 (m)	2.50	2.00	2.50 (2.25)	2.00

注：1 侧向净宽度为路缘带宽度与安全带宽度之和。

2 括号内为一侧是机动车道，另一侧是非机动车道时的取值。

3 分隔带最小宽度值系按设施带宽度 1m 计的，具体设计应根据设施带实际宽度确定。

3 分隔带宜采用立缘石围砌。

3.1.8 路肩应符合下列规定：

- 1 采用边沟排水的道路应在道路外侧设路肩。
- 2 路肩最小宽度应符合表 3.1.8 的规定。

表 3.1.8 路肩最小宽度

设计速度 (km/h)	100	80	60	50	40
保护性路肩最小宽度 (m)	0.75	0.75	0.75 (0.50)	0.50	0.50
有少量行人时的路肩最小宽度 (m)	—		1.50		

注：括号内为主干路保护性路肩最小宽度的取值。

- 3 路肩宽度应满足设置护栏、地上杆柱、交通标志基础的要求。
- 4 路肩可采用土质或简易铺装。

3.1.9 变速车道应符合下列规定：

- 1 车辆驶出或驶入主路、立交匝道及集散车道出入口处均应设置变速车道。
- 2 变速车道的宽度应与主路车道宽度相同。

3.1.10 集散车道可为单车道和双车道，每条集散车道的宽度宜为 3.5m。与主路间设有分隔设施的集散车道，其车道数不应少于 2 条。

3.1.11 辅助车道的宽度应与主路车道宽度相同。

3.1.12 非机动车与行人共板的道路横断面形式可用于行人和非机动车较少、道路红线受限的路段，非机动车道与人行道之间宜采用分隔措施。

3.1.13 道路圆曲线最小半径应符合表 3.1.13 的规定。

一般情况下应采用大于或等于不设超高最小半径；当地形条件受限制时，可采用设超高最小半径的一般值；当地形条件特别困难时，可采用设超高最小半径的极限值。

表 3.1.13 圆曲线最小半径

设计速度 (km/h)		100	80	60	50	40	30	20
不设超高最小半径 (m)		1600	1000	600	400	300	150	70
设超高最小半径 (m)	一般值	650	400	300	200	150	85	40
	极限值	400	250	150	100	7	40	20

注：“一般值”为正常情况下的采用值；“极限值”为条件受限时，可采用的值。

3.1.14 平曲线与圆曲线最小长度应符合表 3.1.14 的规定。

表 3.1.14 平曲线与圆曲线最小长度

设计速度 (km/h)		100	80	60	50	40	30	20
平曲线最小长度 (m)	一般值	260	210	150	130	110	80	60
	极限值	170	140	100	85	70	50	40
圆曲线最小长度 (m)		85	70	50	40	35	25	20

3.1.15 缓和曲线最小半径应符合表 3.1.15-1 的规定，并符合下列规定。

1 直线与圆曲线或大半径圆曲线与小半径圆曲线之间应设缓和曲线。缓和曲线应采用回旋线，缓和曲线最小半径应符合表 3.1.13-1 的规定。当设计速度小于 40km/h 时，缓和曲线可采用直线代替。

表 3.1.15-1 缓和曲线最小长度

设计速度 (km/h)	100	80	60	50	40	30	20
缓和曲线最小长度 (m)	85	70	50	45	35	25	20

2 当圆曲线半径大于表 3.1.15-2 不设缓和曲线的最小圆曲线半径时，直线与圆曲线可直接连接。

表 3.1.15-2 不设缓和曲线的最小圆曲线半径

设计速度 (km/h)	100	80	60	50	40
-------------	-----	----	----	----	----

不设缓和曲线的最小圆曲线半径 (m)	3000	2000	1000	700	500
-----------------------	------	------	------	-----	-----

3.1.16 最大超高横坡度应符合表 3.1.16 的规定。

当圆曲线半径小于表 3.1.16 中不设超高最小半径时，在圆曲线范围内应设超高。最大超高横坡度应符合表 3.1.16 的规定。当由直线段的正常路拱断面过渡到圆曲线上的超高断面时，必须设置超高缓和段。

表 3.1.16 最大超高横坡度

设计速度 (km/h)	100, 80	60, 50	40, 30, 20
最大超高横坡度 (%)	6	4	2

3.1.17 当圆曲线半径小于或等于 250m 时，应在圆曲线内侧加宽，并应设置加宽缓和段。

3.1.18 视距应符合下列规定：

1 停车视距应大于或等于表 3.1.18 的规定，积雪或冰冻地区的停车视距以适当增长。

表 3.1.18 停车视距

设计速度 (km/h)	100	80	60	50	40	30	20
停车视距 (m)	160	110	70	60	40	30	20

2 当车行道上对向行驶的车辆有会车的可能时，应采用会车视距，其值应为表 3.1.18 中停车视距的两倍。

3 对货车比例较高的道路，应验算货车的停车视距。

4 对设置平、纵曲线可能影响行车视距路段，应进行视距验算。

3.1.19 机动车道最大纵坡应符合表 3.1.19 的规定，并符合下列规定。

表 3.1.19 机动车道最大纵坡

设计速度 (km/h)	100	80	60	50	40	30	20	
最大纵坡 (%)	一般值	3	4	5	5.5	6	7	8
	极限值	4	5	6		7	8	

1 新建道路应采用小于或等于最大纵坡一般值；改建道路、受地形条件或活其他特殊情况限制时，可采用最大纵坡极限值。

2 除快速路外的其他等级道路，受地形条件或活其他特殊情况限制时，经技术经济论证后，最大纵坡极限值可增加 1.0%。

3 积雪或冰冻地区的快速路最大纵坡不应大于 3.5%，其他等级道路最大纵坡不应大于 6.0%。

3.1.20 道路最小纵坡不应小于 0.3%，当遇特殊困难纵坡小于 0.3% 时，应设置锯齿形边沟或采取其他排水设施。纵坡的最小坡长应符合表 3.1.20 的规定：

表 3.1.20 最小坡长

设计速度 (km/h)	100	80	60	50	40	30	20
最小坡长 (m)	250	200	150	130	110	85	60

3.1.21 当道路纵坡大于表 3.1.19 一般值时，纵坡最大坡长应符合表 3.1.21 的规定。道路连续上坡或下坡，应在不大于表 3.1.21 规定的纵坡长度之间设置纵坡缓和段。缓和段的纵坡不应大于 3%，其长度符合表 3.1.20 的规定。

表 3.1.21 最大坡长

设计速度 (km/h)	100	80	60			50			40		
纵坡 (%)	4	5	6	6.5	7	6	6.5	7	6.5	7	8
最大坡长 (m)	700	600	400	350	300	350	300	250	300	250	200

3.1.22 非机动车道纵坡宜小于 2.5%；当大于或等于 2.5% 时，纵坡最大坡长应符合表 3.1.22 的规定。

表 3.1.22 非机动车道最大坡长

纵坡 (%)		3.5	3.0	2.5
最大坡长 (m)	自行车	150	200	300
	三轮车	—	100	150

3.1.23 各级道路纵坡变化处应设置竖曲线，竖曲线宜采用圆曲线，竖曲线最小半径与竖曲线最小长度应符合表 3.1.23 的规定。一般情况下应大于或等于一般值；特别困难时可采用极限值。

表 3.1.23 竖曲线最小半径与竖曲线最小长度

设计速度 (km/h)	100	80	60	50	40	30	20
-------------	-----	----	----	----	----	----	----

凸形竖曲线 (m)	一般值	10000	4500	1800	1350	600	400	150
	极限值	6500	3000	1200	900	400	250	100
凹形竖曲线 (m)	一般值	4500	2700	1500	1050	700	400	150
	极限值	3000	1800	1000	700	450	250	100
竖曲线长度 (m)	一般值	210	170	120	100	90	60	50
	极限值	85	70	50	40	35	25	20

3.1.24 在设有超高的平曲线上，超高横坡与道路纵坡的合成坡度应小于或等于表 3.1.24 的规定。

表 3.1.24 合成坡度

设计速度 (km/h)	100, 80	60, 50	40, 30	20
合成坡度 (%)	7.0	7.0	7.0	8.0

注：积雪或冰冻地区道路的合成坡度应小于或等于 6.0%。

3.2 路基

3.2.1 道路路基设计应符合下列规定：

1 路基土石方的取、弃应结合当地城市规划，兼顾土石方用量、土石质类型、用地情况及运输条件等因素，合理选择取、弃地点。

2 路基设计应因地制宜，合理利用当地材料、工业废料与建筑渣土。生活垃圾不得用于路基填筑。

3 路基必须密实、均匀，应具有足够的强度、稳定性、抗变形能力和耐久性；并结合当地气候、水文和地质条件，采取防护措施。

4 路基工程应节约用地、保护环境，减少对自然、生态环境的影响。

5 路基断面形式应与沿线自然环境和城市环境相协调，不得深挖、高填；同时因地制宜，合理利用当地材料和工业废料修筑路基。

6 路基工程应包括排水系统、防排水设施和防护设施的设计。

3.2.2 路基设计回弹模量和湿度状况应符合下列规定：

1 快速路和主干路路基顶面设计回弹模量值不应小于 30MPa；次干路和支路不应小于 20MPa；当不满足上述要求时，应采取措施提高回弹模量。

2 路基设计中,应充分考虑道路运行中的各种不利因素,采取措施减小路基回弹模量的变异性,保证其持久性。

3 道路路基应处于干燥或中湿状态;对潮湿或过湿路基,必须采取措施改善其温度状况或适当提高路基回弹模量。

3.2.3 路基设计高度应符合下列规定:

1 路基设计高度应使路肩边缘的路基相对高度不低于路基土的毛细水上升高度,并应满足冰冻的要求。

2 沿河及浸水路段的路基边缘标高,不应低于路基设计洪水频率的水位加雍水高、波浪侵袭高度和 0.5m 的安全高度。

3.2.4 路基压实应符合下列规定:

土质路基压实度不应低于表 3.2.4-1 的规定。

对以下情形,可通过试验路检验或综合论证,在保证路基强度和稳定性的前提下,适当降低路基压实度标准:

1 特殊干旱或特殊潮湿地区,路基压实度可比规定降低 1%~2%;

2 专用非机动车道、人行道,可按支路标准执行。

表 3.2.4-1 土质路基压实度要求

项目分类	路基顶面以下深度 (m)	压实度 (%)			
		快速路	主干路	次干路	支路
填方路基	0~0.8	96	95	94	92
	0.8~1.5	94	93	92	91
	>1.5	93	92	91	90
零填及挖方路基	0~0.3	96	95	94	92
	0.3~0.8	94	93	—	—

注:表中数值均为重型击实标准。

1 当采用细粒土作填料时,土的压实含水率应控制在最佳含水率 $\pm 2\%$ 范围内。

2 填石路基应通过铺筑试验路段合理确定分层填筑的厚度、压实工艺及压实控制标准。宜采用孔隙率与施工参数同时作为压实质量控制指标,并应按表表 3.2.4-2 的规定执行。

表 3.2.4-2 填石路基压实质量控制标准

石料类型	路基顶面以下深度 (m)	摊铺厚度 (mm)	孔隙率 (%)
硬质石料	0.8~1.5	≤400	≧23
	1.5 以下	≤600	≧25
中硬石料	0.8~1.5	≤400	≧22
	1.5 以下	≤500	≧24
软质石料	0.8~1.5	≤300	≧20
	1.5 以下	≤400	≧22

3.2.5 特殊部位的路基填筑与压实应符合下列规定：与相邻路基存在显著刚度差异或不均匀连续的特殊部位，路基应充分压实，使其在一定范围内与周边路基的强度和刚度基本一致。

3.2.6 沟槽回填与压实应符合下列规定：

1 管道沟槽回填土的压实度应符合本规范第 3.2.4 条的规定。当沟槽回填压实确有困难时，上路床以下的回填土可按相关管道设计或施工规范的规定执行。

2 沟槽底至管顶以上 0.5m 范围内宜采用渗水性好、容易密实的砂、砾等填料，填料最大粒径应小于 50mm。

3 当回填细粒土含水率较高且不具备降低含水率条件、难以达到压实要求时，应采用石灰、水坭、粉煤灰等无机结合料进行处治。

3.2.7 管道检查井部位的处理应符合下列规定：

1 市政公用管线检查井位置宜避开机动车轮迹带。

2 管道检查井周边回填土的压实度应符合本规范第 3.2.4 条的规定。

3 管道检查井周边路基回填应采用渗水性好、容易密实的砂、砾等填料。

4 软土地区主干路和次干路的机动车道范围内的管道检查井，宜设置具有卸荷作用的防沉降井盖。

3.2.8 掘路工程中的路基回填修复应符合下列规定：

1 路基回填修复应遵循整体性原则，在保证交通安全和施工安全的条件下进行，并宜缩短修复周期，减少掘路修复对交通的影响。

对于城市爆管、过街掘路，以及特别重要或交通特别繁忙的路段，应实施快速修复。

2 回填路基的回弹模量应达到与新建道路相同的标准。

3 路基回填宜选用强度高、级配良好、水稳定性好、便于获取和压实的材料，亦可采用经过处治的钢渣、矿渣等工业废渣。对于应急掘路的快速修复，应采用沉陷量小，易于压实或结硬，或者自密实的材料回填。

4 回填路基的压实度应符合表 3.2.8 的规定。

5 路基回填时，应采取设置台阶、铺设加筋材料等措施保证开挖与非开挖区域路基接触面的良好结合。

表 3.2.8 回填路基压实度标准

路床顶以下深度 (cm)			压实度 (%)			
			快速路	主干路	次干路	支路
填方	上路床	0~30	95/	95/98	93/95	90/93
	下路床	30~80	95/98	95/98		
	上路堤	80~150	93/95	93/95	90/93	87/90
	下路堤	>150	90/93	90/93		
零填及挖方		0~30	95/	95/98	90/93	90/93

注：表中数字，/线左侧为重型击实标准，/线右侧为轻型击实标准。

3.2.9 城市高架桥梁承台周边的路基填筑与压实应符合下列规定：

1 承台在平面布置时不宜伸入地面道路的机动车道范围。当受条件限制时，承台应深埋，埋深不宜小于 1.5m。

2 在机动车道范围内的承台基坑回填应采用渗水性好、易密实的填料，并应符合路基压实度要求。

3.2.10 桥涵台背的路基填筑与压实应符合下列规定：

1 路堤与桥台、横向构筑物（箱涵、地道）的连接处应设置过渡段，并应依据填料强度、地基处理、台背防排水系统等进行综合设计。过渡段长度宜按 2 倍~3 倍路基填土高度确定，路基压实度不应小于 96%。

2 桥涵台背、挡土墙背应选用渗水性好、易密实的填料。当采用细粒土填筑时，宜采用石灰、水泥、粉煤灰等无机结合料进行处治。

3.2.11 路基填挖交界的处理应符合下列规定：

1 填方区参照《CJJ 194-2013 城市道路路基设计规范》中第 4.3 节的规定，挖方区第 4.4 节的规定。

2 对于半填半挖路基，当挖方区为土质时，填方区应优先采用渗水性好的材料填筑，并应对挖方区进行超挖回填碾压；当挖方区为坚硬岩石时，填方区宜采用填石路基。

3 纵向填挖交界处应设置过渡段，土质地段过渡段可采用级配较好的砾类土、砂类土或无机结合料处治土填筑，岩质地段过渡段可采用填石路基。

4 有地下水出露时，宜在填挖之间设置横向或纵向渗沟。

3.2.12 地铁等浅埋结构物上方路基的回填应符合下列规定：

1 地铁等浅埋结构上方的路基设计，应符合结构物的承载力和变形控制要求。

2 路基附加荷载大于浅埋结构物要求时，应采用轻质材料置换。

3 地铁浅埋结构上方路基回填部分压实度应符合本规范第 3.2.8 条的规定，否则应采取处理措施。

4 路床顶面以下 60cm 范围内不宜有基坑维护等坚硬的结构物，否则应采取处理措施。

3.3 基层

3.3.1 基层可采用刚性、半刚性或柔性材料。

3.3.2 基层类型宜根据交通等级按表 3.3.2-1 选用，各类基层最小厚度应符合表 3.3.2-2 的规定。

表 3.3.2-1 适宜各交通等级的基层类型

交通等级	基层类型
特重	贫混凝土、碾压混凝土、水泥稳定粒料、石灰粉煤灰稳定粒料、水泥粉煤

	灰稳定粒料
重	水泥稳定粒料、沥青稳定碎石基层、石灰粉煤灰稳定粒料、水泥粉煤灰
中或轻	沥青稳定碎石基层、水泥稳定类、石灰稳定类、水泥粉煤灰稳定类、石灰粉煤灰稳定类或级配粒料基层

表 3.3.2-2 各类基层最小厚度

基层类型		最小厚度 (mm)	
刚性基层	贫混凝土或碾压混凝土基层	150	
	多孔混凝土排水基层	150	
半刚性基层	水泥稳定类基层	150	
	石灰稳定类基层	150	
	水泥粉煤灰稳定类基层	150	
	石灰粉煤灰稳定类基层	150	
柔性基层	沥青稳定碎石基层 (ATB)	ATB-25	70
		ATB-30	90
		ATB-40	120
	半开级配沥青碎石基层 (AM)	AM-25	80
		AM-40	120
	沥青稳定碎石排水基层 (ATPB)	ATPB-25	80
		ATPB-30	90
		ATPB-40	120
	级配碎石		80
级配砾石		80	

3.3.3 半刚性基层应符合下列规定：

1 半刚性基层应具有足够的强度和稳定性，较小的温缩和干缩变形和较强的抗冲刷能力，在冰冻地区应具有一定的抗冻性。

2 在冰冻、多雨潮湿地区，石灰粉煤灰稳定类宜用于特重、重交通的下基层。石灰稳定类材料宜用于各类交通等级的下基层以及中、轻交通的基层。

3 用作上基层的半刚性材料宜选用骨架密实型级配，应具有一定的强度、抗疲劳开裂性能与抗冲刷能力。

4 各类半刚性材料的压实度和 7d 龄期无侧限抗压强度代表值应符合表 3.3.3-1~表 3.3.3-4 的规定。

表 3.3.3-1 水泥稳定类材料的压实度与 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)
上	集	≥98	3.5~4.5	≥98	3~4	≥97	2.5~3.5

基层	料						
	细粒土	—	—	—	—	≥96	
下基层	集料	≥97	≥2.5	≥97	≥2	≥96	≥1.5
	料土	≥96		≥96		≥95	

表 3.3.3-2 水泥粉煤灰稳定类材料的压实度与 7d 龄期抗压强度

层位	类别	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)
上基层	集料	≥98	1.5~3.5	≥97	1.2~1.5
下基层	集料	≥97	≥1.0	≥96	≥0.6

表 3.3.3-3 石灰粉煤灰稳定类材料的压实度与 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)
上基层	集料	≥98	≥0.8	≥97	≥0.6
	细粒土	—	—	≥96	
下基层	集料	≥97	≥0.6	≥96	≥0.5
	细粒土	≥96		≥95	

表 3.3.3-4 石灰稳定类材料的压实度与 7d 龄期抗压强度

层位	稳定类型	重、中交通		轻交通	
		压实度 (%)	抗压强度 (MPa)	压实度 (%)	抗压强度 (MPa)
上基层	集料	—	—	≥97	≥0.8
	细粒土	—	—	≥95	
下基层	集料	≥97	≥0.8	≥96	≥0.7
	细料土	≥95		≥95	

注：1 对于轻交通道路，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 轻交通支路，压实机具有困难时，石灰稳定细料土压实度可降低 1%。

3.3.4 刚性基层应符合下列规定：

- 1 刚性基层适用于重交通、特重交通及港区等的道路工程。
- 2 贫混凝土基层材料的强度要求应符合表 3.3.4-1 的规定。

表 3.3.4-1 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
7d 龄期抗压强度	9.0~15.0	7.0~12.0
28d 龄期抗压强度	12.0~20.0	9.0~16.0
28d 龄期抗弯拉强度	2.5~3.5	2.0~3.0

1 多孔混凝土基层材料的强度要求应符合表 3.3.4-2 的规定。

表 3.3.4-2 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

2 刚性基层应设置横缝和纵缝，并应灌入填缝料，其上应设置粘结层。

3.3.5 柔性基层应符合下列规定：

1 热拌沥青碎石宜用于重交通及以下道路的基层；级配碎石可用于中、轻交通道路的下基层及轻交通道路的基层；级配砾石可用于轻交通道路的下基层。

2 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表 3.3.5 的规定。

表 3.3.5 沥青稳定碎石马歇尔试验配合比设计技术要求

试验项目	单位	密级配沥青稳定碎石 (ATB)		半开级配沥青碎石 (AM)	开级配沥青稳定碎石 (ATPB)
公称最大粒径	mm	26.5	≥31.5	≥26.5	≥26.5
马歇尔试件尺寸	mm	ψ101.6×63.5	ψ152.4×95.3	ψ152.4×95.3	ψ152.4×95.3
击实次数 (双面)	次	75	112	112	75
空隙率	%	3~6		12~18	≥18
稳定度	kN	≥7.5	≥15	—	—
流值	mm	1.5~4	实测	—	—
沥青饱和度	%	55~70		—	—
沥青膜厚度	μm	—		>12	—
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	—		≤0.2	—

肯塔堡飞散试验混合料损失或浸水飞散试验	%	—	≤20	—
密级配基层 ATB 的矿料间隙率不小于 (%)	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

注意：①在干旱地区，可将密级配沥青稳定碎石基层的空隙率适当放宽到 8%。

3.3.6 旧路面再生混合料应符合下列规定：

1 应在对旧路面材料充分调查分析的基础上，根据工程要求、道路等级、气候条件、交通情况，充分借鉴成功经验，进行再生混合料设计。

2 热再生沥青混合料的技术要求应符合热拌沥青混合料技术要求的規定。

3 用作道路基层时，使用乳化沥青、泡沫沥青的冷再生沥青混合料技术要求应符合表 3.3.6-1 的规定；使用无机结合料稳定旧路面沥青混合料技术要求应符合表 3.3.6-2 的规定。

表 3.3.6-1 乳化沥青、泡沫沥青冷再生沥青混合料的技术要求

试验项目		乳化沥青	泡沫沥青
15℃ 劈裂试验	空隙率 (%)	9~14	—
	劈裂强度 (MPa)	≥0.4	≥0.4
	干湿劈裂强度比 (%)	≥75	≥75
40℃ 马歇尔试验	马歇尔稳定度 (kN)	≥5.0	≥5.0
	浸水马歇尔残留稳定度 (%)	≥75	≥75
冻融劈裂强度比 (%)		≥70	≥70

注：宜使用劈裂试验作为设计要求。

表 3.3.6-2 无机结合料稳定旧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)	上基层	3.0~5.0	2.5~3.0	—	≥0.8
	下基层	1.5~2.5	1.5~2.0	≥0.8	0.5~0.7

3.4 路面

3.4.1 道路路面设计应符合下列规定：

1 路面应具有足够的强度和稳定性，以及良好的抗变形能力和耐久性。同时，路面面层应满足高温稳定性、低温抗裂性、抗疲劳、抗水损害及平整、抗滑、耐磨与低噪声等表面特性的要求。

2 根据道路的地理地质条件、路基土特性、路基水文及气候环境状况，考虑强度、刚度、稳定性和耐久性因素，进行路基路面整体结构综合设计。应因地制宜、合理选材、节约资源。应使用节能降耗型路面设计，合理采用路面材料再生利用技术，并应选择技术先进、经济合理、安全可靠、方便施工的路面结构。

3 路面排水设计应根据道路排水总体设计的要求，结合沿线水文、气象、地形、地质等自然条件，设置必要的地表排水设施，并形成合理、完整的排水系统。

4 快速路、主干路的路面不宜分期修建。对初期交通量较小的道路，可按“一次设计，分期修建”的原则实施。

5 因地制宜、合理选材、降低能耗，充分利用再生材料。

6 应便于施工，利于养护并减少对周边环境及生态的影响。

7 交叉口进口道和公交车停靠站路段应进行特殊设计。

8 应具有行车安全、舒适和与环境、生态及社会协调的综合效益。

3.4.2 路面面层类型的选用应符合下列规定：

1 沥青路面面层类型包括沥青混合料、沥青贯入式和沥青表面处治。沥青混合料适用于各交通等级道路；沥青贯入式与沥青表面处治路面适用于中、轻交通道路。

2 水泥混凝土路面面层类型包括普通混凝土、钢筋混凝土、连续配筋混凝土与钢纤维混凝土，适用于各交通等级道路。

3 砌块路面适用于支路、广场、停车场、人行道与步行街。

4 贯入式沥青碎石、上拌下贯式沥青碎石、沥青表面处治和稀浆封层适用于支路和停车场。

5 道路经过景观要求较高的区域或突出显示道路线形的路段，面层宜采用彩色。

6 综合考虑雨水收集利用的道路，路面结构设计应满足透水性的要求，并应符合现行行业标准《透水砖路面技术规程》CJJ / T 188、《透水沥青路面技术规程》CJJ / T 190 和《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ / T 135 的有关规定。

7 道路经过噪声敏感区域时，宜采用降噪路面。

8 对环保要求较高的路段或隧道内的沥青混凝土路面，宜采用温拌沥青混凝土。

9 对冬季易产生凝冰的路段，特别是靠湖临河、背阴路段、隧道进出口、桥梁涵洞、长大纵坡、超高急转弯、环保要求较高的路段中，应酌情考虑应用抗凝冰沥青混合料或抗凝冰涂层。

3.4.3 沥青混凝土路面设计应符合下列规定：

1 对环保要求较高的路段或隧道内的沥青混凝土路面，宜采用温拌沥青混凝土。

2 沥青混凝土路面的设计应包括面层类型选择与结构层组合设计，各结构层材料组成设计，材料与结构层设计参数确定，结构层厚度计算，路面内部排水设计等。

3 沥青混凝土路面设计应选用多种损坏模式作为临界状态，并应选用多项设计指标进行控制。

4 城市广场、停车场、公交车站、路口或通行特种车辆的路段，沥青路面结构应根据车辆运行要求进行特殊设计。

3.4.4 水泥混凝土路面设计应符合下列规定：

1 水泥混凝土路面的设计应包括面层类型选择与结构层组合设计，接缝构造、配筋和排水设计，各结构层材料组成设计，路面厚度计算，路面表面特性设计等。

2 水泥混凝土路面结构应采用行车荷载和温度梯度综合作用产生的疲劳断裂作为设计指标。

3 水泥混凝土面层应满足强度和耐久性的要求，表面应抗滑、耐磨、平整。面层宜选用设接缝的普通水泥混凝土。面层水泥混凝土的抗弯拉强度不得低于 4.5MPa，快速路、主干路和重交通的其他道路的抗弯拉强度不得低于 5.0MPa。混凝土预制块的抗压强度非冰冻地区不宜低于 50MPa，冰冻地区不宜低于 60MPa。

4 当水泥混凝土路面总厚度小于最小防冻厚度，或路基湿度状况不佳时，需设置垫层。

5 水泥混凝土路面应设置纵、横向接缝。纵向接缝与路线中线平行，并应设置拉杆。横向接缝可分为横向缩缝、胀缝和横向施工缝，快速路、主干路的横向缩缝应加设传力杆；在邻近桥梁或其他固定构筑物处、板厚改变处、小半径平曲线等处，应设置胀缝。

6 水泥混凝土面层自由边缘，承受繁重交通的胀缝、施工缝，小于 90°的面层角隅，下穿市政管线路段，以及雨水口和地下设施的检查井周围，面层应配筋补强。

7 其他水泥混凝土面层类型可根据适用条件按表 3.4.1 选用。

表 3.4.1 其他水泥混凝土面层类型的适用条件

面层类型	适用条件
连续配筋混凝土路面、预应力水泥混凝土路面	特重交通的快速路、主干路
沥青上面层与连续配筋混凝土或横缝设传力杆的普通水泥混凝土下面层组成的复合式路面	特重交通的快速路
钢纤维混凝土路面	标高受限制路段、收费站、桥面铺装
混凝土预制块面层	广场、步行街、停车场、支路

3.4.5 非机动车道路面设计应符合下列规定：

1 非机动车道的路面应根据筑路材料、施工最小厚度、路基土类型、水文地质条件及当地工程经验，确定结构层组合和厚度，满足整体强度和稳定性的要求。

2 非机动车道同时有机动车行驶时，路面结构应满足机动车行驶的要求。

3 处于潮湿地带及冰冻地区的道路，非机动车道路面应设垫层。

3.4.6 人行道和广场的铺面应满足稳定、抗滑、平整、生态环保和城市景观的要求，其设计应实用、经济、美观、耐久。

3.4.7 停车场铺面应满足稳定、耐久、平整、抗滑和排水的要求，其设计应符合下列规定：

1 设计内容和方法与相应的机动车道水泥混凝土路面、沥青混凝土路面相同。

2 根据停车场各区域性质和功能的不同，铺面结构的设计荷载应视实际情况确定。

3 采用沥青混凝土面层，宜提高沥青面层的抗车辙性能。

4 采用水泥混凝土面层，应设置胀缝，其间距及要求均与车行道相同

3.5 人行道

3.5.1 人行道宽度必须满足行人安全顺畅通过的要求，并应设置无障碍设施。人行道最小宽度应符合表 3.5.1 的规定。

表 3.5.1 人行道最小宽度

项目	人行道最小宽度 (m)	
	一般值	最小值
各级道路	3.0	2.0
商业或公共场所集中路段	5.0	4.0
火车站、码头附近路段	5.0	4.0
长途汽车站	4.0	3.0

3.5.2 人行道最小净高不应小于 2.50m。

3.5.3 人行道横坡坡道宜采用 1%~2% 的单面直线坡度。一般道路纵坡较大时，横坡度宜取小值；纵坡度小时宜取大值；严寒冰冻干旱地区横坡度宜取小值。

3.5.4 人行道口或人行横道两端应设置缘石坡道。

3.5.5 人行道中盲道的起点处、拐弯处、终点处和各种服务设施的出入口以及提示视觉障碍者前方将有不安全或危险状态等地方应设置提示盲道。

3.5.6 人行道路基压实度不应小于 92%。

3.5.7 人行道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。

3.5.8 人行道采用水泥混凝土铺装时，面层厚度不应小于 120mm，水泥混凝土 28d 龄期的弯拉强度不应低于 3.5MPa。

3.5.9 人行道采用砌块路面铺装时，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。

3.5.10 人行道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 3.5.8 的规定。

表 3.5.8 普通混凝土砌块最小厚度 (mm)

道路类型	常用尺寸			
	250X250	300X300	100X200	200X300
人行道	50	60	50	60

3.5.11 石材砌块的最小厚度宜符合表 3.5.9 的规定。

表 3.5.9 石材砌块最小厚度 (mm)

道路类型	常用尺寸					
	100X100	300X300	400X400 300X500	500X500 400X600	600X600 400X800	500X1000 600X800
人行道	50	60	60	80	-	-

3.5.12 砌块面层与基层之间应设置整平层，整平层可采用粗砂，厚度宜为 30mm~50mm。

3.5.13 透水人行道

1 透水人行道下的土基应具有一定的渗透性能，土的渗透系数不应小于 $1.0 \times 10^{-3} \text{mm/s}$ ，且渗透面距离地下水位应大于 1.0m；在渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-5} \text{mm/s}$ 或膨胀土等不良土基、水源保护区，不宜修建透水人行道。

2 面层结构有效孔隙率不应小于 15%，渗透系数不应小于 0.1mm/s。

3 整平层可采用干砂或透水干硬性水泥稳定中、粗砂，厚度宜为 30mm~50mm。

4 基层应选用具有足够的强度、透水性良好、水稳定性好的材料，宜采用级配碎石、透水水泥混凝土、透水水泥稳定碎石等材料，基层厚度宜为 150mm~300mm。

4 基本资料调查

4.1 气象资料调查

4.1.1 设计前应收集冻结指数。无调查资料时，冻结指数可根据调查的气温资料按式(4.1.1)计算确定。无调查资料时，气温可参考附录图 A-1 或表 A-1 确定。

$$F = \sum_{i=1}^n |t_i| \quad (4.1.1)$$

式中： F ——冻结指数（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ）；

t_i ——日平均负温度值（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ）；

n ——计算年日平均温度为负温度值出现的天数。

4.1.2 应根据冻结指数按表 4.1.2 确定工程所在地冻土分区。

表 4.1.2 季节性冻土区划分表

冻区划分	重冻区	中冻区	轻冻区
冻结指数 F ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$)	$F \geq 2000$	$800 \leq F < 2000$	$50 < F < 800$

4.1.3 轻冻区应重点调查标准冻深、年最低气温、最冷月平均气温、冻前的降雨量和降雪量等资料，以及调查不少于 30 年的水泥混凝土年有害冻融循环次数。中冻区、重冻区尚应调查地形和坡向等环境因素对冻深的影响、降温速率等资料。

4.1.4 无调查资料时，标准冻深可参考附录图 A-2 确定。

4.1.5 水泥混凝土年有害冻融循环次数的平均值应按式(4.1.5)计算。当缺乏气象资料时，可参考附录表 A-1 的相近站点资料确定。

$$n_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n n_i \quad (4.1.5)$$

式中： nm ——水泥混凝土年有害冻融循环次数的多年平均值（次/年），当最冷月平均气温低于 -10°C 时，如计算得到的年有害冻融循环次数不足 60，按 60 次计；

n_i ——水泥混凝土第 i 年有害冻融循环次数（次/年）， $i=1\sim n$ 。

4.2 地热水采集系统设计

4.2.1 中冻区、重冻区水文调查及水文地质勘察应查明冻前地表水的分布及水位变化情况、地下水位及波动范围、涎流冰规模、地下水出露情况等。

4.2.2 工程地质勘察应按下列要求确定地基土、路基土的岩土类型及冻胀特性：

1 对地基土和拟用取土场的土进行颗粒分析，试验确定冻前天然含水率、液限、塑限、天然密度等指标，明确土的类型。

2 试验确定土的冻胀特性，对粒径小于 0.075mm 的颗粒含量超过 15% 的路基土应测定其冻胀率，试验方法应符合现行《公路土工试验规程》(JTGE40) 中 T0187 的规定。无条件实测时，冻胀率可按式 (4.2.2) 计算：

$$\eta = (w - w_0) \times \lambda + 1 \quad (4.2.2)$$

式中： η ——土的冻胀率（%）；

w ——路基土冻前含水率（%）；

w_0 ——起始冻胀含水率（%），可取 $(0.80 \sim 0.84) \times w_p$ （ w_p 为塑限）或参考表 4.2.2 选用；

λ ——系数，黏质土、粉质土及黏土质砂取 0.25，细粒土质砾、粉土质砂取 0.28。

表 4.2.2 不同土质的起始冻胀含水率

土名	黏质土	粉质土	黏土质砂	细粒土质砾、粉土质砂	含细粒砾

起始冻胀含水率 w_0 (%)	12~17	10~14	9~11	8~10	6~8
----------------------	-------	-------	------	------	-----

4.3 既有工程病害资料调查

季节性冻土地区公路工程设计应按下列要求调查公路所在区域既有工程的冻害资料和冻害防治措施：

1 调查已有路基的冻胀、融沉变形、翻浆、边坡融滑、涎流冰等常见冻害，调查防护和排水设施的冻害情况。

2 调查沥青路面的冻胀和开裂、松散、沉陷等；调查水泥混凝土路面的冻胀、错台、裂缝、表面脱皮等。

5 材料抗冻性要求

5.1 一般规定

- 5.1.1 各结构层及附属设施设计时应充分考虑道路所在地区气候条件，对使用的原材料及混合料制品进行抗冻性指标要求。
- 5.1.2 设计时应采取就地取材、经济适用、环保有效的原则。
- 5.1.3 设计时宜采纳经验证适用于本地区的新材料、新技术。

5.2 水泥混凝土抗冻要求

5.2.1 对重交通及以上交通等级道路、城市快速路、主干路应采用强度等级 42.5 级以上的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或道路硅酸盐水泥；对中、轻交通等级的道路，其水泥强度等级宜采用 42.5 级。

1 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥和道路硅酸盐水泥，其性能应符合《通用硅酸盐水泥》GB175、《道路硅酸盐水泥》的 GB/T13693 的规定。

2 对于冬季撒除冰盐或融雪剂水泥混凝土路面，不宜使用抗硫酸盐硅酸盐水泥，水泥中氯离子含量不大于 0.06%。

5.2.2 矿物掺合料

冻融环境下，用于引气混凝土的粉煤灰掺和料，其烧失量不应大于 5%，其它性能指标应满足《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的相关规定；磨细矿渣粉氯离子含量不大于 0.02%，其它性能指标应符合《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的相关规定。

5.2.3 集料

1 冻融破坏环境下，细集料含泥量不得大于 3.0%，泥块含量不得大于 1.0%，细度模数；粗集料最大公称粒径不得大于 31.5mm，含泥量不得大于 1.0%，泥块含量不得大于 0.5%。

2 配筋混凝土中的集料最大公称粒径应符合下表规定。

表 5.2.3 配筋混凝土中集料最大公称粒径 (mm)

混凝土保护层最小厚度 (mm)	20	25	30	35	40	45	50	60
环境作用	冻融环境	10	15	20	20	25	30	35
	盐冻环境	10	15	15	20	20	25	25

3 混凝土集料应满足集料级配和粒形的要求。粗集料宜采用单粒级两级配或三级配，级配后的集料松堆空隙率不应大于 43%。

4 粗、细集料均应进行坚固性试验，并应符合现行国家标准《建设用碎石、卵石》GB/T 14685 和《建设用砂》GB/T 14684 的规定。

5.2.4 混凝土外加剂

1 在钢筋混凝土和预应力混凝土中不得掺用含有氯盐的外加剂；在预应力混凝土中不得掺用含有亚硝酸盐或碳酸盐的外加剂。

2 抗冻混凝土中应掺用引气剂或引气型外加剂。

3 混凝土外加剂技术指标应符合《混凝土外加剂》GB 8076 的规定。

5.2.5 混凝土拌合用水

混凝土拌合用水中氯离子含量不得大于 200mg/L，其它技术指标应符合《混凝土用水标准》JGJ63 的规定。

5.2.6 钢纤维

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，对于削型钢纤维不易大于 26.5mm，对于剪切型或熔抽型钢纤维不宜大于 19mm。钢纤维的抗拉强度标准值不宜小于 600 级

(600MPa~1000 MPa)，以体积率计的钢纤维掺量以为 0.6%~1.0%。

5.3 水泥混凝土制品抗冻要求

5.3.1 水泥混凝土路面砖抗冻性不低于 D50，抗盐冻性不低于 ND28。

5.3.2 水泥混凝土路缘石抗冻性不低于 D50，抗盐冻性不低于 ND28。

5.3.3 冻融环境下混凝土预制块的抗压强度不宜低于 60MPa。

5.3.4 透水路面砖和路面板的抗冻性不低于 D50。

5.3.5 除冰盐或融雪剂环境下，透水块材路面应增加抗盐冻试验，经 25 次冻融循环，质量损失不应大于 0.50kg/m^2 ，抗压强度损失不应大于 20%。

5.3.6 透水块材路面下的土基应具有良好的透水性能，其透水系数不应小于 $1.0 \times 10^{-3}\text{mm/s}$ ，且土基顶面距离地下水位宜大于 1.0m。

5.3.7 透水块材路面结构层应设置单一级配碎石垫层或砂垫层，并应验算防冻厚度。路面最小防冻厚度应根据地区所在自然区划、路基潮湿类型、道路填挖情况、道路宽度、路面材料及基层混合料的物理性能计算确定。

5.4 沥青混合料抗冻性要求

5.4.1 沥青面层混合料宜采用骨架—密实结构。沥青混合料组成设计时，检验指标中低温弯曲试验采用冬严寒区气候分区，冻融劈裂试验采用年降雨量 $\geq 500\text{mm}$ 。

5.4.2 特殊气候条件下，可采用温拌沥青或低温改性沥青。所使用的改性剂及成品沥青混合料须满足相应的技术标准。

5.4.3 上面层沥青混合料可采取掺加聚酯纤维或玄武岩纤维材料，提高沥青面层的低温抗裂性能。

5.4.4 混合料沥青用量宜在室内试验确定的最佳沥青用量基础上适当增加，以提高面层沥青混合料的耐低温和抗冻特性。

5.5 水泥稳定材料基层抗冻性要求

5.5.1 水泥稳定类材料水泥剂量不宜大于 5.5%，集料公称最大粒径不宜大于 31.5mm。

5.5.2 水泥稳定类材料混合料组成比设计宜参照 JTG/T D31-04-2012 中 7.4.6 采用温缩抗裂指数 I_t 和干缩抗裂指数 I_d 控制混合料抗裂性能，温缩和干缩抗裂指数均应小于 1。

5.5.3 水泥稳定类材料混合料组成设计时应按 JTG E51 中 T 0858 的规定进行抗冻耐久性评价，冻融试验应模拟实际使用中的最不利湿度状况，10 次冻融循环后残留抗压强度比 $\geq 75\%$ 。

5.6 湿拌砂浆及干拌砂浆的抗冻性要求

5.7 路基填筑材料的抗冻性要求

5.7.1 路基填料应满足路基强度和回弹模量的要求。

5.7.2 路基填筑之前应对填筑材料的抗冻性进行检测，冻胀性质不同的材料，应分层填筑，且分层厚度为原填筑厚度的 75%。

5.7.3 路基填筑应选择不冻胀或弱冻胀及弱融沉性的土石填料。严禁使用富含腐殖质的土、草炭土、泥炭土、草皮以及冻土作填料。

6 季节性冻土地区路基设计

6.1 路基抗冻设计指标

季节性冻土地区水泥混凝土路面以平整度控制、沥青路面以无机结合料稳定类基层材料开裂控制的路基冻胀量应不大于表 6.1.1 规定的路基容许冻胀量。

表 6.1.1 路基容许冻胀量 z_y (mm)

道路等级	路面类型	
	水泥混凝土	沥青混凝土
快速路、主干路	20	40
其他道路	30	50

6.1.1 路基在平衡湿度状态下，路基顶面回弹模量应符合现行《城市道路工程设计规范》CJJ 37-2012（2016年版）和《城市道路路基设计规范》CJJ 194-2013 的有关规定。城市快速路和主干路应 $\geq 30\text{MPa}$ ；次干路和支路应 $\geq 20\text{MPa}$ 。当不满足上述要求时，应采取提高路基设计回弹模量。

6.1.2 路基冻深范围内土的冻胀性应根据路基填土的不同土质类型、冻前天然含水率、地下水位深度按表 6.1.2 确定。冻前天然含水率应考虑路基运营期含水率变化，根据试验结果和当地经验确定。

表 6.1.3 季节性冻土与季节性融化层土的冻胀性分级

土组	土的名称	冻前天然含水率 w (%)	冻前地下水位距设计冻深的最小距离 hw (m)	平均冻胀率 η (%)	冻胀等级	冻胀类别
C1	碎（卵）石、砾、粗砂、中	不饱和	不考虑	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
		饱和含水	无隔水层	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀

	砂（粒径小于0.075mm的颗粒含量不大于15%）、细砂（粒径小于0.075mm的颗粒含量不大于10%）	饱和含水	有隔水层	$3.5 < \eta$	III	冻胀
		$w \leq 12$	> 1.0	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
			≤ 1.0	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
		$12 < w \leq 18$	> 1.0		$3.5 < \eta \leq 6$	III
			≤ 1.0	IV		强冻胀
		$w > 18$	> 0.5	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
C2	粉土质砂	$w \leq 14$	> 1.0	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
			≤ 1.0	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
		$14 < w \leq 19$	> 1.0		$3.5 < \eta \leq 6$	III
			≤ 1.0	IV		强冻胀
		$19 < w \leq 23$	> 1.0	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
			≤ 1.0	$\eta > 12$	V	特强冻胀
$w > 23$	不考虑	$\eta > 12$	V	特强冻胀		
C3	粉质土	$w \leq 19$	> 1.5	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
			≤ 1.5	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
		$19 < w \leq 22$	> 1.5		$3.5 < \eta \leq 6$	III
			≤ 1.5	IV		强冻胀
		$22 < w \leq 26$	> 1.5	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
			≤ 1.5		V	特强冻胀
$w > 30$	不考虑	$\eta > 12$	V	特强冻胀		
C4	黏质土	$w \leq w_p + 2$	> 2.0	$\eta \leq 1$	I	不冻胀
			≤ 2.0	$1 < \eta \leq 3.5$	II	弱冻胀
		$w_p + 2 < w \leq w_p + 5$	> 2.0		$3.5 < \eta \leq 6$	III
			≤ 2.0	IV		强冻胀
		$w_p + 5 < w \leq w_p + 9$	> 2.0	$6 < \eta \leq 12$	IV	强冻胀
			≤ 2.0		$\eta > 12$	V
$w_p + 9 < w \leq w_p + 15$	> 2.0	$\eta > 12$	V	特强冻胀		

注：1) w_p 为土的塑限含水率（%）； w 为冻层内冻前天然含水率的平均值。

2) 表中不含盐渍化冻土。

- 3) 土的塑性指数大于 22 时, 冻胀性降低一级。
- 4) 粒径小于 0.005mm 粒径含量大于 60% 时为不冻胀土。
- 5) 碎石类土当填充物大于全部质量的 40% 时, 其冻胀性按填充物土的分类判定。
- 6) 隔水层指季节冻结层底部及以上的隔水层。

6.2 基底处理

城市道路路基应处于干燥或中湿状态。对于潮湿或过湿土路基, 必须采取措施改善其湿度状况或适当提高路基回弹模量。

1 提高路床填土的压实度, 每层填土厚度可适当减薄, 必要时可采用冲击压实。

2 采用换填处理, 利用砾类土、砂类土等优质土填筑路床。

3 可采用水泥、石灰、粉煤灰等无机结合料对路床填土进行改良。

6.3 路基填料选择

6.3.1 路基填料设计应根据路基高度、地表水位、地下水位、容许总冻胀量及路面结构类型等确定路基填料。按表 6.3.1 确定路基填料。宜选择非冻胀和弱冻胀性材料, 并保证路基填料的均匀性。

表 6.3.1 路基土质填料选择

路基形式	冻区划分	地下水位或地表常水位距路面距离 (m)	冻胀等级			
			上路床	下路床	上路堤	下路堤
填方路基	重冻区	$h_w > 3$	I	I、II、III	-	-
		$h_w \leq 3$	I	I、II	I、II、III	-
	中冻区	$h_w > 3$	I、II	I、II、III	-	-
		$h_w \leq 3$	I	I、II	-	-
零填方或	重冻区	$h_w > 3$	I	I	-	-

挖方路基		$h_w \leq 3$	I	I	-	-
	中冻区	$h_w > 3$	I	I、II	-	-
		$h_w \leq 3$	I	I	-	-

注：1) 土的冻胀等级见表 7.1.3。

2) 中冻区、重冻区快速路、主干路上路床采用 I 类土时，其细粒土（粒径小于 0.075mm 含量）含量宜小于 5%。

3) 缺少砂石料地区，采用无机结合料、矿渣、固化剂等进行处治时，填料可不受此表限制。

6.3.2 路基填料应优先选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料，填料最大粒径应小于 150mm。

6.3.3 强膨胀土、泥碳、淤泥、有机质土、冻土（及含冰的土）、易溶盐超过允许含量的土以及液限大于 50%、塑性指数大于 26 的细粒土等，不得直接用于填筑路基。

6.3.4 浸水路基应选用渗水性良好的材料填筑，不宜采用粉质土填筑。当采用细砂、粉砂作填料时，应避免振动液化。

6.3.5 当采用细粒土填筑路基时，填料最小强度应符合下表 6.3.5 的规定。当不能满足要求时，可采用石灰、水泥或其他稳定材料进行处治。

表 6.3.5 填方路基填料最小强度

路床顶面以下深度 (m)	填料最小强度 (CBR) (%)		
	快速路、主干路	次干路	支路
0.8~1.5	4	3	3
>1.5	3	2	2

6.3.6 当采用石料填筑路基时，最大粒径应小于摊铺层厚的 2/3，过渡层碎石料粒径应小于 150mm。易溶性岩石、膨胀性岩石、崩解性岩石、盐化岩石等均不得用于路堤填筑。

6.3.7 当采用粉煤灰填筑路基时，应预先调查料源并进行必要的室内试验。用于快速路和主干路的粉煤灰烧失量宜小于 20% 含硫量宜

小于 3%，超过标准的粉煤灰应做对比试验，经分析论证后方可采用。

6.3.8 路床宜采用中粗砂、砂砾、碎石、高炉矿渣、钢渣等抗冻性好的材料，强风化软质岩、遇水崩解软质岩不得用作上路床填料。路床填料最大粒径应小于 100mm，最小强度应符合下表 6.3.8 规定。

表 6.3.8 路床填料最小强度

路床顶面以下深度 (m)	填料最小强度 (CBR) (%)		
	快速路、主干路	次干路	支路
0~0.3	8	6	5
0.3~0.8	5	4	3

6.3.9 当路基填料不能满足抗冻等级要求时，应采取换填不冻胀性材料、提高路基高度、阻断地下毛细水上升及降低地下水位等措施。

6.4 路基排水设计

6.4.1 季节性冻土地区路基排水设计应符合下列规定：

1 路基排水设计应采取排、疏、防相结合的原则，应与路面排水系统、边坡防护、地基处理等其他措施相互协调，保证路基稳定，避免道路水损害。

2 路基排水设施应与道路工程同步设计、同步实施。

3 路基施工临时性排水设施，应与永久性排水设施相结合，各类排水设施的设计应满足使用功能要求，且应结构安全可靠，便于施工、检查和养护维修。

4 地下排水设施的汇流排水通道宜设置在冻深线以下，位于冻深范围内的地下排水设施应采取保温防冻措施。

6.4.2 路基地表排水设计应符合下列规定：

1 城市建成区内道路宜采用管道、偏沟、雨水口和连接管等排水设施；郊区道路可采用边沟、排水沟、截水沟、急流槽和涵洞等排水设施。

2 地表排水设施的布设应充分利用城市排水系统、天然水系和地形, 选择和处理进出口位置, 并应使水流顺畅, 不宜出现堵塞、淤积、冲刷、溢流、渗漏、冻结等。

3 排水沟管排放的水流不得直接排入饮用水水源。

4 当道路雨水以自流的形式排放时, 排水管出水口应设护坡等防冲刷措施, 并根据需要设置标志。当出水口跌水较大时, 应设计消能措施。

5 地表水的雨水径流量应按设计暴雨强度进行计算。暴雨强度的重现期应根据排水方式、道路类别和重要程度等因素确定。当采用管道排水方式时, 重现期取值应满足表 6.4.2-1 和 6.4.2-2 的要求, 并符合下列规定。

表 6.4.2-1 管道排水暴雨强度设计重现期(年)

道路等级 城市级别	快速路	主干路	支路
大城市	3~6	2~4	0.5~1
中小城市		1~3	0.5

当采用边沟排水方式时, 重现期取值应满足表的要求。当地表排水设施服务于周边地块时, 重现期取值还应符合地块规划要求。

表 6.4.2-2 边沟排水暴雨强度设计重现期(年)

道路等级	快速路	主干路	次干路	支路
设计重现期	15	15	10	10

1 应根据地表径流情况、地形、地质、排水条件等, 将地表水截堵并排除在路基范围以外。

2 挖方路段应设截水沟或拦水埂。中冻区、重冻区年降雨量大于 800mm 及土质和水文条件较差的路段, 截水沟或拦水埂内缘与上边坡坡脚宜保持不小于 5m 的安全距离。土质截水沟应进行沟底、沟壁铺砌及基础的防渗防冻处理。

3 当边沟下无地下排水设施时, 中冻区、重冻区冻胀土路基边沟沟底距路床顶面应不小于 0.30m, 沟底纵坡不宜小于 0.75%。

4 路线的凹形竖曲线底部、低洼河谷地段、平曲线超高段应进行专门排水设计。

5 铺砌类地表排水设施基础下应设置防冻垫层，防冻垫层厚度可根据地基土的性质和当地经验确定，且不应小于 150mm。

6.4.3 排水基层应符合下列规定：

1 所用集料应选用洁净、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 19mm 或 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~4MPa；开级配沥青碎石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，其最小厚度对于沥青稳定碎石不得小于 60mm，对于水泥稳定碎石不得小于 100mm。其宽度应超出面层宽度 300mm~900mm。

4 纵向集水沟可设在面层边缘外侧，集水沟中的填料应与排水基层相同。集水沟的下部应设置带槽口或圆孔的纵向排水管，并应间隔适当距离设置不带槽孔的横向出水管。

5 排水基层的下卧层应选用不透水的密级配混合料。

6 排水垫层可直接设置在路基顶面，并应配置纵向集水沟、排水管和出水管。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) 当垫层用集料在通过率为 15%时，粒径不应小于路基土在通过率为 15%时的粒径的 5 倍；

2) 当垫层用集料在通过率为 15%时，粒径不应大于路基土在通过率为 85%时的粒径的 5 倍；

3) 当垫层用集料在通过率为 50%时, 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。

6.5 路基防护与支挡

6.5.1 坡面防护设计应符合下列规定:

1 对受自然因素作用易产生破坏的边坡坡面, 应根据边坡的土质、岩性、水文地质条件、坡率、高度, 以及环境保护与水土保持要求等, 选用适宜的防护措施。

2 软硬岩层相间的挖方边坡应根据岩层情况采用全部防护或局部防护措施。

3 采用植物或喷护、挂网喷护等防护措施的, 以及年平均降水量大于 400mm 地区较高的土质挖方边坡路段, 宜在坡脚处设高 1m~2m 浆砌片石护坡或护墙。

4 当浆砌片石护墙高度大于 12m、浆砌片石护坡和骨架护坡高度大于 15m 时, 宜在适当高度处设平台, 平台宽度不宜小于 2m。

5 浆砌片石护墙、护坡的基础应埋置在路肩线以下不小于 1m, 并不应高于侧沟砌体底面; 当地基为冻胀土时, 应埋置在冻结深度以下不小于 0.25m。

6 封闭式的坡面应在防护砌体上设泄水孔和伸缩缝。当坡面有地下水出露时, 应采取措施将水引排。

7 土质和易风化岩石的挖方高边坡, 宜在坡脚处设置挡土墙。当挡土墙墙顶上方坡面设有浆砌片石护墙、护坡时, 墙顶应设置边坡平台, 平台宽度不宜小于 2m。

6.5.2 支挡加固

1 当受地形、地物或占地等限制而需收缩坡脚, 采用较陡的边坡, 或为保证路基边坡稳定性而需采取措施以增加抗滑力时, 应设置边坡支挡结构。

2 城市道路路基边坡的支挡工程设计，应查明路基边坡和支挡结构地基的工程地质、水文地质条件及环境条件等，并取得设计必要的岩土物理力学参数。

3 支挡工程的安全等级的确定，应符合下列规定：当保护对象主要为路基，边坡滑塌影响范围无重要建(构)筑物、管线或人群密集的使用场地时，应根据支挡工程损坏后可能造成的破坏后果的严重性和边坡高度等因素，按表 6.5.2 确定安全等级。

表 6.5.2 支挡工程级城市路基边坡支挡工程安全等级

破坏后果	边坡高度 H	安全等级
很严重	$H \geq 15\text{m}$ (岩质边坡), $H \geq 8\text{m}$ (土质边坡)	一级
	$H < 15\text{m}$ (岩质边坡), $H < 8\text{m}$ (土质边坡)	二级
严重	$H \geq 25\text{m}$ (岩质边坡), $H \geq 15\text{m}$ (土质边坡)	一级
	$15\text{m} \leq H < 25\text{m}$ (岩质边), $8 \leq H < 15\text{m}$ (土质边坡)	二级
	$H < 15\text{m}$ (岩质边坡), $H < 8\text{m}$ (土质边坡)	三级
不严重	$H \geq 25\text{m}$ (岩质边坡), $H \geq 15\text{m}$ (土质边坡)	二级
	$H < 25\text{m}$ (岩质边坡), $H < 15\text{m}$ (土质边坡)	三级

注：1) 一个城市路基边坡支挡工程的各段，可根据实际情况采用不同的安全等级；

2) 对危害性极严重、环境和地质条件复杂的特殊边坡支挡工程，其安全等级应根据工程情况适提高。

4 当保护对象主要为邻近的建(构)筑物，或保护范围内有管线或人群密集时，安全等级的确定应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB50330 的规定。

5 应根据工程地质、水文地质、冲刷深度、荷载情况、边坡高度、支挡结构受力特点、环境条件、施工条件及工程造价等因素，合理选择路基边坡支挡与加固措施。

6.5.3 土质边坡抗融滑设计应符合下列规定：

1 中冻区、重冻区细粒土路基应根据降水和冰冻条件放缓边坡。挖方边坡坡率宜采用 1:1 ~ 1:1.5，填方边坡坡率宜采用 1:1.5 ~ 1:1.75。

2 浸水路堤边坡坡率不宜陡于 1: 1.75。

6.5.4 挡土墙背填料应采用砂砾、碎（砾）石等透水性填料，并加密泄水孔。

6.5.5 挡土墙基础埋置深度应符合下列规定：

1 当冻结深度小于或等于 1m 时，挡土墙基底应设于冻结线以下不小于 0.25m 处，并应满足基础最小埋置深度不小于 1m 的要求。

2 当冻结深度大于 1m 时，基底最小埋置深度应不小于 1.25m，并将基底至冻结线以下 0.25m 深度范围内的地基土换填为非冻胀材料。

6.5.6 冻胀严重的边坡宜选择适合当地气候环境的植物防护；当采用网格式或拱式骨架护坡时，宜采取锚固措施。

6.6 改扩建路基设计

6.6.1 改扩建设计应对既有路基进行调查、勘探和测试，分析评价路基冻胀变形、路基强度及边坡稳定性。

6.6.2 路基拓宽设计时，拓宽部分的路基应与既有路基之间保持良好的衔接，并采取工程措施减小差异冻胀。

6.6.3 既有路基冻胀量不满足要求的路段，路基可采取换填不冻胀材料、改善排水设施等措施。

6.6.4 对既有路基地基不良路段，当条件受限不能翻挖换填时，可采取 CFG 桩、碎石桩及注浆等加固稳定措施。

6.6.5 既有路基和拓宽路基连接处应采取挖台阶、铺设横向土工格栅等措施提高路基的整体性。

6.6.6 对拓宽路基浅层软土地基，可采取垫层和浅层处理措施，减少拓宽路基的沉降。对深厚软土地基，可采取复合地基和轻质路堤措施，但不宜采用对既有路基有严重影响的排水固结法和强夯法。

7 多年冻土地区路基设计

7.1 一般规定

7.1.1 路基设计应收集气象、工程地质及冻土物理、力学试验等资料。改建道路设计还应收集既有道路路况、病害调查及病害防治资料。

7.1.2 路基设计应考虑地表水对多年冻土的不利影响，采取措施疏导地表水，做好路基排水防护设计。

7.1.3 存在多年冻土层的挖方路基，应采取封闭保护措施，避免冻土层长期暴露吸热引起边坡病害。

7.1.4 路基填筑应选择冻胀或弱冻胀及弱融沉性的土石填料。严禁使用富含腐殖质的土、草炭土、泥炭土、草皮以及冻土作填料。

7.2 设计原则

7.2.1 路基设计应依据多年冻土地区地温特征值、多年冻土类型、冻土总含水率以及路基病害调查资料，结合区内冻土分布、冻土变化情况以及路面类型，考虑工程建设的技术经济可行性与合理性，分段采用不同的设计原则。

7.2.2 符合下列条件之一时，宜按保护冻土的原则设计：

- 1 年平均地温低于 -1.5°C 的低温稳定和基本稳定多年冻土区；
- 2 当地多年冻土天然上限小于2m，厚度大于10m的路段。

7.2.3 符合下列条件之一时，宜按主动冷却、综合治理的原则设计：

- 1 年平均地温高于 -1.5°C ，厚度超过5m的多年冻土高含冰量路段或岛状多年冻土区高含冰量路段；
- 2 冻土含冰量虽低，但区域路基病害严重路段；
- 3 存在不良冻土现象的路段。

7.2.4 符合下列条件之一时，宜按控制融化速率的原则设计：

1 基底地质情况良好，为少冰冻土或多冰冻土，融化下沉后不致造成路基病害；

2 基底多年冻土厚度不超过 5m，埋藏浅，范围小，下部为少冰冻土、多冰冻土或基岩。

3 邻近多年冻土分布区域边界的零星岛状多年冻土路段，多年冻土层已处在退化状态中，保护多年冻土难以取得成效时；

4 道路等级较低，交通量不大时。

7.2.5 符合下列条件之一时，宜按预融冻土的原则设计：

1 地温较高、冻土厚度不超过 2m 路段；

2 需挖除和换填路段。

7.2.6 多年冻土区内的融区宜按季节冻土区设计。

7.3 路床

7.3.1 路床填料的选择应考虑冻结层中含水率及填料的冻胀敏感性等因素。宜采用砂砾、碎石等粗粒土作填料。

7.3.2 路床加固应考虑土质、降水量、地下水类型及埋藏深度、加固材料来源等因素，对就地碾压、换土或土质改良、设置土工合成材料等加固措施应通过综合比选确定。

7.4 路堤设计

7.4.1 低温冻土区一般填土路堤，按保护多年冻土或控制多年融化速率原则设计时，路基最小填土高度取值范围宜为 1.5m~3.5m。

7.4.2 平坦地段，当路堤实际填土高度大于或等于路基设计临界高度时，冻土路堤典型横断面结构应符合以下规定：

1 地表排水条件较好时，路堤下部可采用当地细粒土填筑，上部宜采用粗粒土填筑。为防止冻胀翻浆，粗粒土填筑厚度应不小于 0.5m。

2 地表排水条件较差时，宜采用粗粒土填筑路堤。当采用细粒土填筑时，下部应设毛细水隔断层，其厚度应保证在路堤工后沉降完成后隔断层高出最高积水水位不少于 0.5m。

7.4.3 平坦地段，当路堤实际填土高度小于路基设计临界高度时，冻土路堤典型横断面结构应符合以下规定：

1 高含冰量多年冻土较薄且埋深较浅时，可全部挖除换填。换填应选用保温、隔水性能较好的黏性土或片(块)石。

2 高含冰量多年冻土较厚时，可部分挖除换填，换填应选用保温、隔水性能较好的黏性土或片(块)石。换填深度与路堤高度之和应不小于路基设计临界高度与天然上限之和。

7.4.4 部分条件下，宜在路堤两侧修建保温护道及坡脚，保温护道及坡脚应符合以下规定：

1 高含冰量多年冻土埋藏较浅，可能融化影响路堤稳定时；路侧排水不畅或人为活动频繁，间接破坏坡脚下伏冻土，影响路堤稳定时，宜设置保温护道、护脚。

2 高温多年冻土地区新修路堤或路堤两侧地表环境未遭到严重破坏的情况下，不宜修筑保温护道；从力学上稳定边坡或防水需要设置护道时，应在护道表面铺筑碎石层或草皮。

3 保温护道、坡脚可采用泥炭、草皮、黏性土或其他保温隔水性能良好的当地材料；采用砂砾、粗颗粒土或其他易渗水性材料时，表面应覆盖 0.2m 厚的黏性土保护层预防水分侵蚀。保温护道、护脚设计尺寸宜按表 7.4.4 确定。

表 7.4.4 保温护道或护脚尺寸

路堤高度 (m)	采用护道或护脚	高度 (m)	宽度 (m)
≤3	护脚	0.8~1.2	2.0~2.5
>3	护道	1.5~2.5	2.0~3.0

7.4.5 按控制融化速率的设计原则设计时，不同冻土地质条件应分段采用不同的多年冻土人为上限下降允许值。路基高度可参考低温冻土区改建路基临界设计高度进行设计。多年冻土人为上限下降允许值可按表 7.4.5 确定。

表 7.4.5 不同冻土类型的人为上限下降允许值

地基多年冻土类型	人为上限下降允许值 (m)	地基多年冻土类型	人为上限下降允许值 (m)
含土冰层	0.15~0.20	富冰冻土	1.00~1.50
饱冰冻土	0.50~0.75		

7.4.6 多年冻土地区路堤设计不宜清除地表植被，当遇泥炭、沼泽等地表软弱层时，应采取有效措施进行地表处理，路基临界设计高度应采用处理后的地基参数计算确定。

7.4.7 除基岩路段外，路基最小高度不宜低于 1.5m，非纵坡或构造物控制段路基高度不宜超过 3.5m。

7.4.8 路堤边坡坡度应根据当地的工程地质与水文地质条件、路基高度、填料的物理力学性质、施工方法、地貌形态等因素综合确定。边坡坡度宜采用 1:1.5~1:1.75。在富冰冻土饱冰冻土和含土冰层等路段，细粒土层中天然含水率较高时，边坡坡度宜放缓至 1:1.75~1:2.0。

7.5 低填浅挖及零填挖断面结构设计

7.5.1 低填浅挖及零填挖断面路基的设计应根据路段的水文、地质条件和多年冻土的含冰量条件等进行设计，并应进行不同处治方案的经济与技术可行性比较。

7.5.2 路基下多年冻土中的富冰冻土、饱冰冻土、含土冰层等高含冰量冻土厚度不大，且埋藏深度小于或等于 3.5m 时，宜采用全部清除换填的路基设计方案。换填底部应填筑不少于 0.5m 厚的水稳性好的透水层，并做好基底纵向排水和边坡防护。

7.5.3 路基下多年冻土中的富冰冻土、饱冰冻土、含土冰层等高含冰量冻土厚度较大，埋藏较深，全部清除换填困难且不经济时，可采取部分换填的保护多年冻土路基设计方案。换填材料应选用保温和隔水性能好的黏性土或设置 XPS 板等保温隔热层。路床应设置厚度不小于 0.5m 的水稳性好的粗颗粒土；基底应设置厚度不小于 0.5m 的砂砾或粗颗粒土毛细水隔断层。

7.5.4 道路等级较低，路基下多年冻土层中的含冰量较小且埋藏较深，采取部分换填设计方案无法保持路基稳定时，可采用预融多年冻土的路基设计方案。

7.6 路堑设计

7.6.1 路堑设计应考虑区域气候条件和冻土条件，遵循保护多年冻土的原则设计。

7.6.2 多年冻土地区路堑设计应包括换填隔热设计和支挡结构防护设计。富冰冻土、饱冰冻土及含土冰层等高含冰量地段的路堑，应采用基底部分或全部换填以及坡面保温等措施。

7.6.3 换填隔热设计应包括确定断面形式和处理措施、计算边坡隔热层和换填厚度、验算边坡稳定性和基底强度。采用的断面形式和处理措施应避免多年冻土受外界热扰动及水侵蚀。

1 当计算边坡或基底换填的保温隔热厚度过大造成施工不便或不经济时，可在边坡或基底铺设隔热材料。基底铺设隔热材料时，宜在其底部设置一定厚度的砂垫层；边坡铺设隔热材料时，应预留泄水孔。

2 边坡稳定性与基底强度可按规范规定的一般地区进行验算。

7.6.4 路堑边沟应设置防渗隔断层。采用宽浅边沟时，沟底宜采用“两布一膜”等复合土工膜铺砌防水。

7.6.5 深路堑断面可采用上保下挡的支挡形式。支挡结构形式宜采用钢筋混凝土 L 形挡土墙或锚杆锚定板挡土墙。设计时应考虑挡土墙在水平冻胀力作用下的稳定性，并应满足路堑边坡冻土保护措施设置要求，挡土墙基础应埋置于稳定后的人为上限以下 0.3~0.5 m 或落于基岩上。

7.7 路基防护与支挡

7.7.1 位于横坡陡于 1:5 的斜坡上的路基，路基边坡过高或与公(道)路、输油管、光缆等建筑物相互干扰的路基，可设置支挡结构物收缩坡脚，并应符合以下规定：

1 挡土墙类型选择应综合考虑工程地质、水文地质、冲刷深度、荷载作用、环境和施工条件以及工程造价等因素,宜采用预制拼装工艺施工的轻型、柔性结构等,不宜采用重力式浆砌片石挡土墙。

2 多年冻土地区挡土墙设计应注重基础埋设的条件和设计荷载的计算。勘察阶段应对挡土墙地基基础进行综合地质勘察,查明地基地质条件和地基承载能力;设计阶段应分析预测挡土墙对冻土环境产生的影响,确定必要的冻土环境保护方案和植被恢复措施;施工阶段应采用合理的施工方法,减少对冻土环境和相邻路基段的不利影响。其他内容可参考现行(《道路路基设计规范》(JTG D30))的有关规定。

3 当需要减少水平冻胀力时,可采用柔性结构挡土墙,或采取墙背设透水材料、保温材料隔热层,并在最下一排泄水孔下设黏性土或复合土工膜隔水层。

7.7.2 挡土墙扩大基础宜采用混凝土拼装基础或桩基础,扩大基础埋设深度应不小于工点处多年冻土天然上限的 1.3 倍。扩大基础埋置于高含冰量冻土中时,基础底面下应铺设 0.5m 厚砂石垫层,垫层应宽出基础底面各边 0.5m。在高含冰量冻土中,不宜采用现浇混凝土基础。在低温冻土中采用灌注桩时,宜采用低温早强混凝土。

7.7.3 挡土墙的设计荷载除计算土压力外,还应考虑作用在基础上的冻胀力和墙背上的水平冻胀力。水平冻胀力与土压力应按寒季和暖季分别进行计算,水平冻胀力和土压力不应叠加。

7.7.4 刚性挡土墙稳定性计算应符合以下规定:

1 在墙背水平冻胀力及主动土压力作用下仅能发生整体平移或转动时,墙身的挠曲变形可忽略不计。

2 当无冻胀力作用时,挡土墙稳定性验算应采用土压力作为主要荷载。

3 挡土墙的稳定性应由公式确定,具体计算公式及其他内容可参考《多年冻土地区道路设计与施工技术细则》(JTG/T D31-04-2012)。

7.8 过渡段设计

7.8.1 融区与多年冻土地区过渡段路基设计应遵循既防治冻胀也防治融沉的原则，按多年冻土段的要求设计。融区(季节冻土区)路基设计应以防治冻胀为主，在多年冻土地区应以防治融沉为主;融区与多年冻土地区过渡段路基填土高度不宜小于 1.5m，路堤底部宜设置毛细水隔断层，当道路沿线石料丰富时，路基结构可采用片块石路基。

7.8.2 高含冰量冻土不同地温过渡段的低温段应按相对高地温段要求设计。高含冰量冻土与少冰、多冰冻土过渡段，应分别按高含冰量冻土的要求设计。

7.8.3 填挖过渡段路基纵向过渡段设计中，挖方段应进行基底换填，并将挖方路段设计方案向填方过渡延伸，在填方段路基中宜设置隔热层。填方段换填基底除应与挖方地段换填基底顺接外，还应设置沿路线纵向的排水坡，向路堤填方方向排水。

7.8.4 当地表横坡大于 1:3 时，路基基底应开挖台阶，台阶纵断面方向长度应不小于 200 cm，横断面方向应不小于 100cm，台阶高度应不小于 30cm，并设置 2%向内倾斜的横坡。路基实际填土高度应满足填方路段路基设计高度的要求，当不满足时，可在路面结构层下合适位置设置隔热层，其厚度不宜小于 6cm。

7.8.5 路基与桥(涵)过渡段路基设计长度不宜小于 20m，且不宜大于 50m，应合理设置路基强度过渡段且避免大面积开挖对多年冻土的破坏。路基高度应不小于当地路堤设计高度;当小于路堤设计高度时，应回填保温隔热性能良好的填料或设置隔热层。

7.8.6 桥(涵)背应设置厚度不小于 6cm 的隔热层，过渡段路基宜采用弱冻胀与弱融沉性的砂砾类土或渗水性较好的材料回填，粒料粉黏粒的含量应不大于 5%。过渡段的路基填料、压实度和沉降量等尚应符合其他规范的相关规定。

7.9 特殊结构路基设计

7.9.1 一般规定

1 多年冻土地地区路基，当按一般路基设计原则确定的高度过高时，或一般填土路基不能满足保护冻土要求时，应按特殊结构的路基进行设计。特殊结构路基的各种措施应结合路基高度、气候条件、地温状况、冻土环境及经济性能综合比选确定。

2 低温区路基应按保护多年冻土的设计原则进行设计，经计算路基合理高度大于 3.5m 时，应采用隔热层路基降低路基高度；在高温高含冰多年冻土区段采用控制融化速率、综合治理的设计原则时，宜采用填石路基。根据工程周边实际情况，也可采用通风管路基、热棒路基等特殊结构路基，病害特别严重路段宜采用热棒—隔热层组合路基。

7.9.2 隔热层路基

1 隔热层路基可用于低温多年冻土路段。

1) 受路线纵坡控制，路基高度小于路基临界高度或路基设计高度大于 3.5m 的路段；

2) 路堑处需要进行保护下伏多年冻土的路段；

3) 融化盘偏移导致不均匀沉降和引发路基病害的路段。

2 隔热板宽度应大于路面宽，宜在路面两侧各加宽 0.6m；隔热板应与路基采用相同的横坡，隔热板上下宜采用砂砾填筑，厚度应不小于 0.2m。

7.9.3 填石路基

1 填石路基可用于高温冻土区地下水发育或地表径流较发育的区段，也可用于治理高含冰量区段融化夹层发育所引发的路基病害。

2 石块应采用坚硬或较坚硬岩石，粒径宜控制在 10~25cm 范围内，石料强度不应低于 30MPa。

3 填石层的铺筑厚度宜为 1.0~1.5m，分两层铺筑:下层 0.8~1.0m，宜采用规格不小于 20cm 的片块石;上层 0.2~0.5m，宜采用规格 10~15cm 的片块石。

4 填石层的铺筑层位应根路基高度、路面结构层厚度等合理确定，顶面宜位于路床顶面以下 30~50cm。

5 填石层底部宜铺设砂砾层等辅助防护结构;填石顶部宜铺设土工布及砂砾层，砂砾层的厚度宜为 30cm。

8 沥青路面设计

8.1 一般规定

8.1.1 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，路面结构组合设计与厚度计算，路面排水系统设计。

8.1.2 沥青路面在设计使用期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。

8.1.3 本地区沥青路面设计除应控制沥青混合料层疲劳开裂损坏、无机结合料稳定层疲劳开裂损坏、沥青混合料层永久变形量、路基顶面竖向压应变外，还应重点控制路面低温开裂，对路面材料的抗低温特性、抗剪切变形能力、抗冻能力等提出要求。

8.1.4 沥青路面设计应在经济条件允许情况下尽量采用改性沥青。

8.1.5 沥青路面设计在通过技术论证及试验验证的情况下应积极采用温拌沥青、低温改性沥青、彩色沥青等新技术。

8.2 结构组合设计

8.2.1 在满足交通荷载、温度、冻土路基不均匀融沉变形等要求的前提下，应遵循因地制宜、合理选材、节约投资的原则，选择技术先进、经济合理、安全可靠、方便施工的路面结构方案。

8.2.2 城镇道路易结冰的重要路段，上面层宜涂刷抗凝冰涂层或采用抗凝冰路面。

8.2.3 城镇道路沥青路面结构推荐采用无机结合料稳定类基层，特殊路况条件下可采用粒料类基层、沥青结合料类基层或水泥混凝土基层。

8.2.4 路基湿度状态为中湿或潮湿时，宜采用粒料类底基层或设置粒料类路基改善层。

8.2.5 当采用无机结合料稳定类基层时，可采取下列一种或多种措施减少基层收缩开裂和路面反射裂缝：

- 1 选用抗裂性好的无机结合料稳定类基层。
- 2 无机结合料的拌和采用振动搅拌或二次拌和。
- 3 在无机结合料稳定类基层上设置沥青稳定碎石层。
- 4 在无机结合料稳定类基层上设置改性沥青应力吸收层或敷设土工合成材料。

8.2.6 沥青路面各结构层之间应保持紧密结合，并应符合下列规定：

- 1 各个沥青层之间应设粘层。
- 2 各类基层上应设透层。
- 3 快速路、主干路的基层材料上宜设下封层。

8.2.7 选定结构组合后，可参考 FTG D50 初选各结构层厚度。

8.3 材料技术要求和设计参数

8.3.1 沥青结合料应采用道路石油沥青或其加工产品，推荐采用符合 FTG F40 中 SBS 类 I-C 技术要求的改性沥青。

8.3.2 长纵坡、弯道等特殊路段，在优化级配的基础上，可在中、上面层混合料中掺入纤维、抗车辙剂、高模量改性剂、抗凝冰改性剂等以改善综合性能。

8.3.3 抗凝冰改性剂的掺量宜控制在沥青混合料总质量的 5% 左右，具体掺量应由试验得出，其各项技术指标应符合 JT/T 1210.2-2018 中的相关要求。

8.3.4 抗凝冰涂层的用量宜控制在 $0.4\text{kg}/\text{m}^2\sim 0.6\text{kg}/\text{m}^2$ ，其各项技术指标应符合 JT/T 1239-2019 中的相关要求。

8.3.5 矿粉中宜采用不大于 25% 的消石灰或水泥等量替代。

8.3.6 粗集料可选用碎石或轧制的碎砾石，副路可选用经筛选的砾石，并应符合下列规定：

- 1 粗集料规格和级配应满足相关规范要求。
- 2 主干道、快速路用粗集料与沥青的粘附性应不小于四级。

3 碎石材料母岩材质应为坚硬的中性或中性偏碱石料，母岩保水抗压强度不应小于 100MPa。

8.3.7 细集料宜采用机制砂，不宜采用中砂，当条件受限必须使用中砂时，中砂掺量不得大于 15%。

8.4 路面结构验算

8.4.1 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 表面层应选用优质混合料铺设，并根据道路交通等级选择。

1) 轻交通道路，宜选用密级配 AC-F 型混合料。

2) 中交通道路，宜选用密级配粗型 AC-C 型混合料。

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

2 中面层和下面层应采用密级配 AC 型混合料。在特重交通和重交通道路上，宜使用 SMA 混合料或改性沥青密级配 AC 型混合料。

3 按照气候分区条件，我省气候分区位于 2-2 和 2-1 位置，属于冬严寒地区，在沥青路面类型的选择中不建议采用 OGFC 和 AM 型沥青混合料。

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

1 AC 类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 类混合料路面厚度不宜小于混合料公称最大粒径的 2.5 倍。

8.4.3 混合料配合比设计方法及各项技术指标应满足 JTG F40 相关要求。

9 水泥混凝土路面设计

9.1 一般规定

9.1.1 水泥混凝土路面应采用引气水泥混凝土或能够保证抗冻性的其他水泥混凝土。

9.1.2 引气水泥混凝土配合比应根据所在地区环境条件、工程特点，并结合原材料情况进行设计。

9.1.3 根据公路工程施工特点，引气水泥混凝土配合比设计时，还应验证外加剂的适用性及坍落度损失。

9.1.4 面层结构为水泥混凝土路面时，路基应满足强度和稳定性要求，并应满足抗冻性能要求。路基抗冻应从基底处理、填料选择、路基防护、路基排水等方面进行综合设计。对水文地质不良路段的路基应进行动态设计。

9.1.5 土质边坡坡率应满足冻融稳定性要求。

9.1.6 路面结构层的总厚度不应小于 JTG D40 规定的最小防冻厚度。

9.2 结构组合设计

9.2.1 应依据交通荷载、路基条件、当地温度和湿度状况以及使用性能要求，选择及组合与之相适应的水泥混凝土路面结构。

9.2.2 应充分考虑地表水的渗入和冲刷作用。采取封堵和疏排措施，减少地表水渗入，防止渗入水积滞在路面结构内。基层应选用抗冲刷能力强的材料。

9.2.3 路基设置应满足以下条件：

1 路床顶面的综合回弹模量值，轻交通荷载等级时不得低于 40 MPa，中等或重交通荷载等级时不得低于 60MPa，特重或极重交通荷载等级时不得低于 80MPa。如不能满足要求时，应选用粗粒土或

低剂量无机结合料稳定土作路床或上路床填料。当路基工作区底面接近或低于地下水位时，可采取更换填料、设置排水渗沟等措施。

2 季节性冰冻地区的中湿类、潮湿类和过湿类路基，当冰冻线深度达到路基的易冻胀土层时，在易冻胀土层上应设置防冻垫层或用不易冻胀土置换冰冻线深度范围内的易冻胀土。

3 对路堤下的软弱地基进行加固处治后，其工后沉降量应符合现行 JTG D30 的规定，并宜在路床顶部铺筑粒料层。

9.2.4 垫层设置应满足以下条件：

1 路面结构厚度小于 JTG D40 最小防冻厚度要求时，应设置防冻垫层，使路面结构厚度符合要求。

2 水文地质条件不良的土质路堑，路床土湿度较大时，宜设置排水垫层。

3 垫层应与路基同宽，厚度不得小于 200mm。

4 防冻垫层和排水垫层宜采用碎石、砂砾等颗粒材料。

9.2.5 基层和底基层的设置应满足以下条件：

1 基层和底基层的材料可参照 JTG D40 选用，也可在满足强度要求下，选用经技术验证的其他类型。

2 主干道及次干道的路面基层下应设置底基层；其他等级道路承受中等或轻交通荷载时，可不设底基层。当基层采用无机结合料稳定类材料，且上路床由细粒土组成时，应在基层下设置粒料类底基层。

3 基层采用无机结合料稳定类材料时，底基层宜选用小于 0.075mm 颗粒含量少于 7% 的粒料类材料。

4 贫混凝土或碾压混凝土基层上应铺设沥青混凝土夹层，层厚不宜小于 40mm。无机结合料稳定碎石基层上应设置封层，封层可采用单层沥青表面处治或适宜的膜层材料等。当采用单层沥青表面处治时，层厚不宜小于 6mm。

5 各种基层和底基层的结构层适宜压实厚度，应按所选集料的公称最大粒径和压实效果的要求而定。基层或底基层的设计层厚超出相应材料的适宜压实厚度范围时，宜分层铺设和压实。

6 贫混凝土或碾压混凝土基层的计算厚度按 JTG D40 的要求。基层设计厚度应依据计算厚度按 10mm 向上取整。

9.2.6 面层设置应满足以下要求：

1 面层宜采用设接缝的普通水泥混凝土。当面层板的平面尺寸较大或形状不规则，路面结构下埋有地下设施，位于高填方、软土地基、填挖交界段等有可能产生不均匀沉降的路基段时，应采用接缝设置传力杆的钢筋混凝土面层。连续配筋混凝土、碾压混凝土和钢纤维混凝土等其他面层类型可依据适用条件选用。

2 普通水泥混凝土、钢筋混凝土、碾压混凝土和连续配筋混凝土面层的计算厚度可依据交通荷载等级、公路等级和变异水平等级，按 JTG D40 确定。各种混凝土面层的设计厚度应依据计算厚度加 6mm 磨损层后，按 10mm 向上取整。

3 混凝土预制块可采用矩形块或异形块。矩形块的长度宜为 200~250mm，宽度宜为 100~125mm，厚度宜为 80~150mm。预制块下砂垫层的厚度宜为 30~50mm。

9.3 材料技术要求和设计参数

9.3.1 水泥混凝土路面各结构层组成材料的原材料品质和技术指标要求，以及混合料组成设计方法，应符合现行 JTG F30、JTG/T F20 和 JTG F40 中有关条款的规定。

9.3.2 水泥混凝土的抗冻等级、引气水泥混凝土的最低强度、最低弯拉强度、最大水胶比、拌合物含气量、硬化水泥混凝土的气泡间距系数、单位体积的胶凝材料用量等参照 JTG T D31-06。

9.3.3 对直接经受盐冻的水泥混凝土尚应进行盐冻试验，经过 30 次盐冻循环后，5 块试件的平均剥落量应小于 1.0Kg/m²。

9.3.4 水泥应满足下列要求：

1 应采用旋窑生产的强度等级为 42.5 及其以上的硅酸盐类水泥。水泥混凝土路面不应采用火山灰质硅酸盐水泥。除冬季施工或其他有早强要求的工程外，不宜使用早强型水泥。

2 硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥的比表面积宜小于 $350\text{m}^2/\text{Kg}$ ，其他水泥的 $80\mu\text{m}$ 方孔筛筛余宜不大于 10%且不小于 2%。

3 氯盐环境与硫酸盐环境中，不得使用掺加石灰石粉的水泥。氯盐环境中不宜使用抗硫酸盐硅酸盐水泥。

4 各种水泥在进入水泥混凝土搅拌机前的温度不宜高于 60°C ，对高温季节施工的水泥混凝土路面、桥面混凝土铺装层、大体积水泥混凝土等水泥温度不宜高于 50°C 。

9.3.5 活性矿物掺合料应满足下列要求：

1 水泥混凝土中掺加活性矿物掺合料时，可使用符合要求的硅灰、I 级或 II 级低钙粉煤灰、磨细矿渣等。对氯盐冻融环境与硫酸盐环境，活性矿物掺合料中不得含有石灰石粉。

2 活性矿物掺合料宜 2 种或 2 种以上复合使用。硅灰用量不宜超过 8%，且掺加硅灰时应掺加高效减水剂。

9.3.6 外加剂应符合下列规定：

1 引气水泥混凝土中掺加的引气剂或引气减水剂应符合有关规定。应选用三萜皂甙、松香热聚物类或改性松香皂类引气剂，不得使用烷基苯磺酸钠、烷基磺酸钠类、木质素磺酸盐及其他不符合使用质量要求的引气剂。

2 选用外加剂时，应进行外加剂与胶凝材料的相容性、和易性、强度、耐久性等试验，确定外加剂的品种、复配组成，并用工程所用原材料进行配合比试验获得外加剂的最佳掺量。

3 不宜使用无机盐类早强剂、防冻剂，不得使用含有碱金属或氯盐的外加剂。

9.3.7 粗集料应满足下列要求：

1 当采用滑模摊铺时，粗集料公称最大粒径不宜超过 26.5mm；当采用其他方法摊铺时，粗集料公称最大粒径不宜超过 31.5mm。当最大粒径大于 31.5mm 时，应采用不少于 3 种粒级的粗集料进行级配。

2 对石灰岩碎石，当用于氯盐冻融环境与硫酸盐环境时，石灰石粉含量应小于 0.5%。特大桥、长大隧道等重要工程应进行石灰岩低温抗硫酸盐腐蚀试验，验证其可行性。

9.3.8 细集料应满足下列要求：

1 细集料宜使用中砂，且应满足 JTG/T D31-06 的要求。

2 对石灰岩机制砂，当用于氯盐、硫酸盐环境时，石灰石粉含量应小于 1%。特大桥、长大隧道等重要工程应进行石灰岩低温抗硫酸盐腐蚀试验，验证其可行性。

9.4 抗冻耐久性设计

9.4.1 降雪地区接触除冰盐或融雪剂的道路及周边构筑物等，应按除冰盐、融雪剂环境进行耐久性设计。

9.4.2 长期暴露并与水体或冰雪融水直接接触的道路及周边构筑物等，应按冻融环境进行耐久性设计。

9.4.3 水泥混凝土路面暴露环境类别应按下表确定。

表 9.4.3 环境类别

环境类别	名称	劣化机理
I	冻融环境	反复冻融导致混凝土损伤
II	除冰盐、融雪剂环境	氯盐侵入引起钢筋锈蚀

9.4.4 水泥混凝土路面环境作用等级应按下表确定。

表 9.4.4 环境作用等级

环境类别	环境作用等级	环境条件
冻融环境	I -A	严寒和寒冷地区的无盐环境混凝土中度饱水
	I -B	严寒和寒冷地区的无盐环境混凝土高度饱水
		严寒和寒冷地区的有盐环境混凝土中度饱水

除冰盐等其他氯化物环境	I -C	严寒和寒冷地区的有盐环境混凝土高度饱水
	II -A	受除冰盐、融雪剂盐雾轻度作用
	II -B	受除冰盐、融雪剂水溶液轻度溅射作用
	II -C	受除冰盐、融雪剂水溶液重度溅射或重度盐雾作用

9.4.5 水泥混凝土路面满足抗冻耐久性要求的混凝土最低强度等级应符合下表规定。

表 9.4.5 最低强度等级

环境类别与作用等级	设计使用年限		
	100 年	50 年	30 年
I -A	Ca35, C45	Ca30, C45	Ca30, C40
I -B	Ca40	Ca35	Ca35
I -C	Ca45	Ca40	Ca40
II -A, II -B	C45	C40	C40
II -C	C50	C50	C50

9.4.6 冻融环境和除冰盐环境下，路面混凝土强度、最大水胶比及钢筋保护层最小厚度应符合下表规定。

表 9.4.6 混凝土材料与钢筋保护层最小厚度 (mm)

环境作用等级		混凝土强度等级	最大水胶比	保护层最小厚度
I -A	无盐	C40	0.45	30
		≥C45	0.40	25
		Ca30	0.55	25
I -B	无盐	Ca35	0.5	30
	有盐			—
I -C 有盐		Ca40	0.45	—
II -A		C40	0.42	35
II -B		C40	0.42	45
		≥C45	0.40	40
II -C		C45	0.40	45
		≥C50	0.36	40

注：1 对于梁、柱等条形构件，其钢筋保护层最小厚度应比表中规定增加 5mm。

2 预制构件（块）钢筋保护层最小厚度可比表中规定减少5mm。

3 除冰盐、融雪剂环境下应采用引气混凝土，混凝土强度等级可比表中规定降低一个等级，但强度等级和最大水胶比应符合本表中的规定。

9.4.7 路面混凝土最小单位水泥用量应符合下表规定。

表 9.4.7 路面混凝土最小单位水泥用量

道路等级		快速、主干路	次干路	支路
混凝土	42.5 级水泥	320	320	315
	32.5 级水泥	330	330	325
钢纤维混凝土	42.5 级水泥	380		
	32.5 级水泥	390		
碾压混凝土	42.5、32.5 级水泥	310		

9.4.8 路面引气混凝土含气量与平均气泡间隔系数应符合下表规定。

表 9.4.8 引气混凝土含气量（%）和平均气泡间隔系数

最大粒径（mm）	环境条件	
	混凝土中度饱水	含盐环境下冻融
10	5.5	6.5
15	5.0	6.5
25	4.5	6.0
40	4.5	5.5
气泡间隔系数（ μm ）	300	200

注：1 对于C50混凝土其上表中含气量可降低1.0%，气泡间隔系数可增加25 μm ；

2 对于 C60 混凝土其上表中含气量可降低 1.5%，气泡间隔系数可增加 50 μm 。

9.4.9 对与快速路及主干路，其混凝土的抗冻耐久性指数DF（%）不应低于50%，当处于除冰盐或融雪剂环境下时不应低于75%。

9.4.10 对于冻融环境，普通混凝土养护至现场强度不低于28d标准强度的50%，且不少于3d；矿物掺和料混凝土浇筑后立即覆盖，加湿养护至现场混凝土强度不低于28d标准强度的50%，且不少于7d。

9.4.11 对于除冰盐、融雪剂环境，矿物掺和料混凝土浇筑后立即覆盖，加湿养护至现场强度不低于28d标准强度的50%，且不少于7d；继续保湿养护至现场混凝土的强度不低于28d标准强度的70%。

9.4.12 冻融环境下，道路混凝土在施工养护结束至初次受冻的时间不得少于1个月，并避免与水接触。冬期施工中混凝土接触负温时的强度应大于 10N/mm^2 。

9.5 接缝设计

9.5.1 普通水泥混凝土、钢筋混凝土、碾压混凝土和钢纤维混凝土面层板的平面布局宜采用矩形分块，其纵向和横向接缝应垂直相交，纵缝两侧的横缝不得相互错位。

9.5.2 纵向接缝的间距(即板宽)宜在3.0~4.5m范围内选用。

9.5.3 横向接缝的间距(即板长)应按面层类型和厚度选定：

1 普通水泥混凝土面层宜为4~6m，面层板的长宽比不宜超过1.35，平面面积不宜大于 25m^2 。

2 碾压混凝土或钢纤维混凝土面层宜为6~10m。

3 钢筋混凝土面层宜为6~15m，面层板的长宽比不宜超过2.5，平面面积不宜大于 45m^2 。

9.5.4 横、纵向接缝的设置及端部处理满足JTG D40要求。

9.5.5 填缝材料满足下列要求：

1 胀缝接缝板应选用能适应混凝土板膨胀收缩、施工时不易变形、复原率高和耐久性好的材料。主、次干道宜选用泡沫橡胶板、沥青纤维板；其他等级道路也可选用木材类或纤维类板。

2 填缝料主、次干道宜选用硅酮类、聚氨酯类填缝料；其他等级道路可选用聚氨酯类、橡胶沥青类或改性沥青类填缝料。

9.6 加铺层结构设计

9.6.1 在进行旧混凝土路面加铺层设计之前，应进行详尽的路况、建设和养护资料调查，并参照JTJ 073.1进行路面损坏状况评定。

9.6.2 地表或地下排水不良路段，应采取措施改善或增设地表或地下排水设施；旧混凝土路面结构排水不良路段，应增设路面边缘排水系统。

9.6.3 废旧路面材料应充分利用，减少对环境的不良影响。

9.6.4 经技术经济比较后确定采用结合式水泥混凝土加铺或沥青混凝土加铺方案后，宜考虑进行合适的层间连接处理。

9.6.5 经技术经济比较后确定采用分离式或沥青混凝土加铺方案后，宜考虑设置应力吸收层。应力吸收层为高弹高粘密级配沥青混凝土，厚度为 1.5~2.0cm。

10 人行道、广场铺装设计及道路附属设施

10.1 砌块路面

10.1.1 砌块路面表面应平整、防滑、稳固、无翘动，缝线直顺、灌缝饱满，无反坡积水现象。

10.1.2 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。

3 机动车停车场可分别按停车泊位区和行车道进行设计。

4 自行车停车场应按人群荷载进行设计。

10.1.3 砌块路面根据材料类型可分为混凝土预制砌块路面和天然石材路面，混凝土预制砌块可分为普通型与连锁型。砌块材料的尺寸与外观应符合下列规定：

1 天然石材的尺寸允许偏差应符合表 10.1.3-1 规定。

2 天然石材的外观质量应符合表 10.1.3-2 的规定。

3 混凝土预制砌块尺寸与外观质量允许偏差应符合表 10.1.3-3 的规定。

表 10.1.3-1 天然石材尺寸允许偏差

项目	允许偏差	
	粗面料	细面料
长、宽	0	0
	-2	-1.5
厚（高）	1	±1
	-3	

对角线	±2	±2
平面度	±1	±0.7

表 10.1.3-2 天然石材外观质量

项目	单位	允许值	备注
缺棱	个	1	面积不超过 5mm×10mm，每块板材
缺角	个		面积不超过 2mm×2mm，每块板材
色斑	个		面积不超过 15mm×15mm，每块板材
裂纹	个	1	长度不超过两端顺延至板边总长度的 1/10（长度小于 20mm 不计），每块板材
坑窝	-	不明显	粗面板材的正面出现坑窝

表 10.1.3-3 混凝土预制砌块尺寸与外观质量允许偏差

项目		单位	允许偏差
长度、宽度		mm	±2
厚度			±3
厚度差			≤3
平整度			≤2
垂直度			≤2
正面粘皮及缺损的最大投影尺寸			≤5
缺棱掉角的最大投影尺寸			≤10
非贯穿裂纹最大投影尺寸			≤10
裂纹	贯穿裂纹		-
	分层	不允许	
色差、杂色			

10.1.4 砌块材料的力学性能应符合下列规定：

1 天然石材可采用花岗岩、大理石、安山岩等。石材砌块路面应具有防滑功能，摩擦系数大于等于 0.5，防滑性能指数 BPN≥60。

2 砌块的饱和极限抗压强度不应小于 120MPa，饱和抗折强度不应小于 9MPa。

3 当砌块边长与厚度比小于等于 4 时应以抗压强度控制，边长与厚度比大于 4 时应以抗折强度控制。

表 10.1.4 混凝土面砖抗压强度、抗折强度和防滑指标

道路类型	抗压强度	抗折强度	防滑性能指标 BPN
人行道（无停车）	≥Cc40MPa	≥Cf4.0MPa	≥60
人行道（有停车）	≥Cc50MPa	≥Cf5.0MPa	≥65
步行街、广场	≥Cc60MPa	≥Cf6.0MPa	≥70

10.1.5 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 10.1.5-1 的规定。

表 10.1.5-1 石材砌块材料的物理性能要求

项目	单位	物理性能要求
体积密度	g/cm ³	≥2.5
吸水率	%	<1
抗冻性	-	冻融循环 50 次，无明显损伤（裂纹、脱皮）
磨损率（狄法尔法）	%	<4
坚固性（硫酸钠侵蚀）	%	质量损失≤15
硬度（莫氏）	-	≥7.0
孔隙率	%	<3

2 混凝土砌块材料物理性能应符合表 10.1.5-2。

表 10.1.5-2 混凝土砌块材料的物理性能

项目	单位	物理性能要求
吸水率	%	≤8
磨坑长度	m	≤35
抗冻性	-	经 25 次冻融试验的外观质量应符合本规范表 11.2.1-3 的规定;经 5 次冻融试验的质量损失率不应大于 3%; 强度损失不得大于 20%

10.1.6 砌块路面结构应包括面层、整平层、基层和垫层。

10.1.7 采用砌块铺装车行道、广场、停车场时宜采用连锁型混凝土砌块,连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。连锁型混凝土砌块最小厚度宜符合表 10.1.7 的规定。

道路类型	最小厚度
大型停车场	100
支路、广场、停车场	80
人行道、步行街	60

10.1.8 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 10.1.8 的规定。

表 10.1.8 普通型混凝土砌块最小厚度 (mm)

道路类型	常用尺寸			
	250×250	300×300	100×200	200×300
支路、广场、停车场	100	120	80	100
人行道、步行街	50	60	50	60

10.1.9 石材砌块的适用性及其最小厚度宜符合表 10.1.9 的规定。

表 10.1.9 石材砌块适用性及最小厚度 (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	500×100 0 600×800
支路、广场、停车场	80	100	100	140	140	140
人行道、步行街	50	60	60	80	-	-

10.1.10 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，应采用水泥砂灌实。
- 2 连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,缝下部应用水泥砂灌实，上部应用防水材料灌缝。当缝宽小于 2mm 时，可不进行灌缝。

4 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。

10.1.11 砌块面层与基层之间应设置整平层，整平层主要有水泥砂浆、干拌水泥沙、水泥净沙等。

10.1.12 整平层材料主要为石屑、水泥和砂，砂应采用中粗砂；石屑应采用粒径3~6m，含泥量应小于等于5%；水泥强度等级为32.5~42.5。

10.1.13 基层设计

1 基层可采用刚性、半刚性或柔性材料。

2 刚性基层材料为水泥混凝土，强度等级不宜低于C15，亦不宜高于C25；如考虑停车，强度等级可适当提高到C30。

3 刚性基层横向缩缝的间距一般为4-6m；胀缝应满足《城镇道路路面设计规范》CJJ169-2012的相关规定。

4 柔性基层材料主要包括砂砾混合料和级配碎(砾)石。

1) 砂砾混合料：最大粒径不大于53mm，4.75mm以下颗粒应控制在30%-50%围内；砾石压碎值小于等于35%。

2) 级配碎(砾)石：最大粒径不大于53mm，宜小于37.5m,4.75mm以下应控制在29%~54%范围内，碎石压碎值小于等于35%级配碎(砾)石应级配均匀，碎石或碎砾石应为多棱角块体软弱颗粒含量应小于5%，扁平细长碎石含量应小于20%不应夹粘土块、植物根茎等有害物质。半刚性基层材料应符合下表10.1.13要求。

表 10.1.13 半刚性基层材料压实度与7d龄期无侧限抗压强度

半刚性基层类型	7d 无侧限抗压强度	压实度
石灰粉煤灰稳定类	≥0.5MPa	≥95%
水泥粉煤灰稳定类	≥0.6MPa	≥96%
石灰稳定类	≥0.7MPa	≥95%
水泥稳定类	≥1.5MPa	≥95%

10.1.14 垫层设计

1 在季节性冰冻地区的中湿或潮湿路段和地下水位高、排水不良、路基处于潮湿或过湿状态路段及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路段应设置垫层。

2 垫层材料分为粒料类和废渣类两种。粒料类主要为粗砂、砂砾、碎石等天然材料，废渣类为矿渣、煤渣、路面旧料及建筑废渣等二次利用材料。

10.1.15 路基设计

各级道路人行道路基顶面抗压回弹模量 E_0 不小于 20MPa，步行街、停车场路基顶面抗压回弹模量不小于 25MPa。

人行道（无停车）路基的压实度大于等于 92%，人行道（有停车）路基的压实度大于等于 93%，压实度均为重型击实标准。

10.2 透水铺装

10.2.1 基本规定

1 透水砖路面的设计、施工，应根据当地的水文、地质、气候环境等条件，并结合雨水排放规划和雨洪利用要求，协调相关附属设施。

2 透水砖路面应满足荷载、透水、防滑等使用功能及抗冻胀等耐久性要求。

3 透水砖路面的设计应满足当地 2 年一遇的暴雨强度下，持续降雨 60min，表面不应产生径流的透(排)水要求。合理使用年限宜为 8 年~10 年。

4 透水砖路面结构层应由透水砖面层、找平层、基层、垫层组成。

5 透水砖路面下的路基应具有一定的透水性能，土壤透水系数不应小于 $1.0 \times 10^{-3} \text{mm/s}$ ，且路基顶面距离地下水位宜大于 1.0m。当路基、土壤透水系数及地下水位高程等条件不满足本要求时，宜增加路面排水设计内容。

6 寒冷地区透水砖路面结构层宜设置单一级配碎石垫层或砂垫层，并应验算防冻厚度。路面最小防冻厚度应根据地区所在自然区划、路基潮湿类型、道路填挖情况、道路宽度、路面材料及基层混合料的物理性能计算确定。

7 透水砖路面无障碍设计应满足现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。

10.2.2 一般规定

1 透水砖路面结构层的组合设计，应根据路面荷载、地基承载力、路基的均质性、地下水的分布以及季节冻胀等情况进行，并应满足结构层强度、透水、储水能力及抗冻性等要求。

2 设计轻型荷载的透水砖路面可采用汽车标准轴载 BZZ40、机动车交通量不大于 200veh/d 的标准；普通人行道(无停车)可采用 5kN/m² 的荷载标准。

3 当按荷载强度确定透水砖路面结构时,可采用等效厚度法计算;根据材料不同,应按沥青路面或水泥混凝土路面设计方法做修正计算,基层厚度宜按现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJ169 进行计算。

4 透水砖路面应根据实际情况并结合其他排水设施设置纵横坡度。

10.2.3 透水砖

1 透水砖的透水系数不应小于等于 $1.0 \times 10^{-2} \text{cm/s}$,外观质量、尺寸偏差、力学性能、物理性能等其他要求应符合现行行业标准《透水砖》JC/T94-2009 的规定。

2 用于铺筑人行道的透水砖其防滑性能(BPN)不应小于 60。耐磨性不应大于 35mm。使用除冰盐或融雪剂的透水砖路面，应增加抗盐冻性试验:经 25 次冻融循环，质量损失不应大于 0.50kg/m²，抗压强度损失不应大于 20%。

10.2.4 结构层中的原材料

1 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175 的规定。

2 粗集料应使用质地坚硬、耐久、洁净的碎石、碎砾石砾石。各级粗集料技术指标应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定。有抗盐冻要求的结构层使用粗集料不应低于 II 级。I 级集料吸水率不应大于 1.0%，II 级集料吸水率不应大于 2.0%。

3 细集料宜采用机制砂。各级细集料技术指标应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定。有抗盐冻要求的结构层使用细集料不应低于 II 级。

4 当垫层采用砂垫层时，应符合现行国家标准《建筑用砂》GB/T 14684 的规定。

5 施工用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

6 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定。

10.2.5 面层

1 透水砖的强度等级应通过设计确定，可根据不同的道路类型按表 10.2.5-1 选用。

表 10.2.5-1 透水砖强度等级

道路类型	抗压强度 (MPa)		抗折强度	
	平均值	单块最小值	平均值	单块最小值
支路、广场、停车场	≥50.0	≥42.0	≥6.0	≥5.0
人行道、步行街	≥40.0	≥35.0	≥5.0	≥4.2

2 透水砖面层应与周围环境相协调，其砖型选择，铺装形式应由设计人员根据铺装场所及功能要求确定。

3 透水砖的接缝宽度不宜大于 3mm。接缝用砂级配应符合表 10.2.5-2 的规定。

表 10.2.5-2 透水砖接缝用砂级配

筛孔尺寸 (mm)	10.0	5.0	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16

通过质量百分率 (%)	0	0	0~5	0~20	15~75	60~90	90~100
-------------	---	---	-----	------	-------	-------	--------

10.2.6 找平层

1 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。

2 找平层可采用中砂、粗砂或干硬性水泥砂浆，厚度宜为20mm~30mm。

10.2.7 基层

1 基层类型可包括刚性基层、半刚性基层和柔性基层，可根据地区资源差异选择透水粒料基层、透水水泥混凝土基层、水泥稳定碎石基层等类型，并应具有足够的强度、透水性和水稳定性。连续孔隙率不应小于10%。

2 级配碎石基层应符合下列规定：

1) 级配碎石可用于土质均匀,承载能力较好的路基。

2) 基层顶面压实度按重型击实标准,应达到95%以上。

3) 级配碎石集料基层压碎值不应大于26%；公称最大粒径不宜大于26.5mm；集料中小于或等于0.075mm颗粒含量不应超过3%。碎石级配可按表10.2.7-1采用。

表 10.2.7-1 级配碎石基层集料级配

筛孔尺寸 (mm)	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.075
通过质量百分率 (%)	100	85~95	65~80	55~70	55~70	0~2.5	0~2

3 透水水泥混凝土基层应符合下列规定：

1) 透水水泥混凝土的性能要求应符合现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135的规定。

2) 基层集料压碎值不应大于26%；公称最大粒径不宜大于31.5mm；集料中小于或等于2.36mm颗粒含量不应超过7%。透水水泥混凝土基层集料级配可按表10.2.7-2采用。

3) 透水水泥混凝土基层的配比应通过试验确定，满足强度和透水性要求。

表 10.2.7-2 透水水泥混凝土基层集料级配

筛孔尺寸 (mm)	31.5	26.5	19.0	9.5	4.75	2.36
通过质量百分率 (%)	100	90~100	72~89	17~71	8~16	0~7

4 透水性水泥稳定碎石基层应符合下列规定：

1) 透水水泥稳定碎石基层的设计抗压强度指标为：保湿养生 6d、浸水 1d 后无侧限抗压强度应在 2.5MPa~3.5MPa 之间，冻融循环 25 次后不应小于 2.5MPa。养护期间应封闭交通。

2) 透水或水泥稳定碎石基层集料压碎值不应大于 30%；公称最大粒径不宜大于 31.5mm；集料中小于或等于 0.075mm 颗粒含量不应超过 2%。透水性水泥稳定碎石基层集料级配可按表 10.2.7-3 采用。

3) 透水水泥稳定碎石基层的配比应通过试验确定，并应达到强度和透水性要求。

表 10.2.7-3 透水性水泥稳定碎石基层集料级配

筛孔尺寸 (mm)	31.5	26.5	19.0	16.0	9.5	4.75	2.36
通过质量百分率 (%)	100	70~100	50~85	35~60	20~35	0~10	0~2

10.2.8 垫层

1 当透水砖路面路基为黏性土时，宜设置垫层。当路基为砂性土或底基层为级配碎、砾石时，可不设置垫层。

2 垫层材料宜采用透水性能较好的砂或砂砾等颗粒材料，宜采用无公害工业废渣。其 0.075mm 以下颗粒含量不应大于 5%。

10.2.9 路基

1 路基应稳定、密实、均质，应具有足够的强度、稳定性、抗变形能力和耐久性。

2 路槽底面路基设计回弹模量值不宜小于 20MPa。特殊情况不得小于 15MPa。土质路基压实应采用重型击实标准控制，土质路基压实度不应低于表 10.2.9 要求。

表 10.2.9 土质路基压实度

填挖类型	深度范围 (mm)	压实度 (%)
------	-----------	---------

		次干路	支路、小区道路
填方	0~800	93	90
	>800	90	87
挖方	0~300	93	90

10.3 可调式防沉降检查井盖

10.3.1 可调式防沉降检查井盖的分类

1 可调式防沉降检查井盖按承载能力划分为 C250、D400、E600 三个等级。

2 可调式防沉降检查井盖按使用场所分为如下三组：

1) 最低等级选用 C250 级：适用于机动车行道靠路缘石 0.5m 以内或非机动车道靠路缘石 0.2m 以内区域，以及住宅小区、内街等仅有轻型机动车或小车行驶的区域。

2) 最低等级选用 D400 级：适用于通行各类型车辆的城市道路、公路、高等级公路、高速公路及大型车停车场等区域。

3) 最低等级选用 E600 级：适用于货运站、物流区、码头等区域。

10.3.2 沥青混凝土路面宜选用可调式防沉降检查井盖。

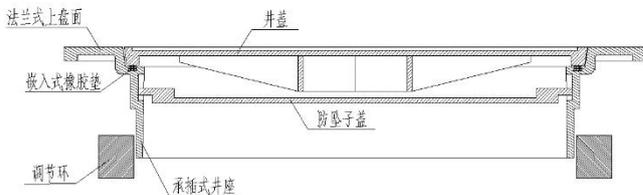
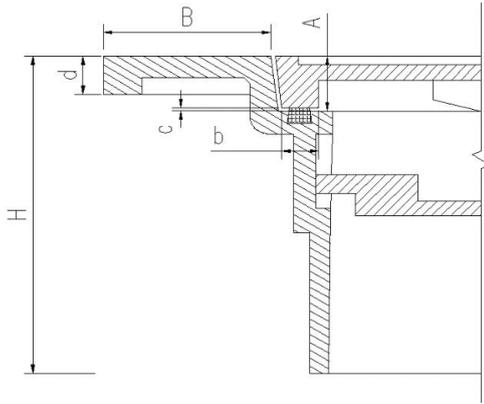


图 10.3.2 (a) 可调式防沉降检查井盖及调节环结构示意图



说明：H—井座高度；A—井盖嵌入深度；B—井座支撑面宽度；b—井盖与井座接触面宽度；c—井盖闭合时与井座支撑面金属间的间距；d—法兰盘面嵌入沥青层深度。

图 10.3.2 (b) 井座结构示意图

10.3.3 井座高度 (H)：C250 井座高度不宜小于 120mm，D400、E600 的井座高度不宜小于 190mm。

10.3.4 可调式防沉降检查井盖的嵌入深度 (A) 宜为 30mm~50mm，各类别井盖嵌入深度 (A) 应符合表 10.3.4 的规定。

表 10.3.4 嵌入深度

类别	C250 (mm)	D400 (mm)	E600 (mm)
嵌入深度 (A)	30	50	50

10.3.5 井盖与井座接触面宽度 (b) 不宜小于 20mm。

10.3.6 井座支撑面上必须设置“梯形”凹槽，形状应为上窄下宽，以便于镶嵌硫化氯丁橡胶条。橡胶条镶嵌深度不应小于 8 mm。镶嵌橡胶条后，井盖闭合时与井座支撑面金属间的间距 (c) 宜为 1mm~2mm。

10.3.7 可调式防沉降检查井盖应有防沉降、防响动、防盗功能。

10.3.8 可调式防沉降检查井盖应设置防坠子盖或防坠网，以防止行人意外落井，防坠子盖及防坠网的承载能力不小于 3kN。

10.3.9 井盖通过调节环进行调整，调节环高度应根据井筒顶部至路面间距离进行设计。调节环尺寸与井座净开孔尺寸应相匹配，调节环高度宜为 50mm~130mm，井座下缘口应不高于调节环顶面。

10.3.10 可调式防沉降检查井盖的连接形式应按铰接井盖的要求进行设计，开启仰角不应小于 120°。

10.3.11 可调式防沉降检查井盖应容易开启和关闭，且具有便利性的功能。

10.3.12 可调式防沉降检查井盖应当确保使用时的安静稳定。井盖应通过如接触表面的加工、防噪音的弹性缓冲减震橡胶条或接触的弹性锁定结构设计等方式确保无噪音。

10.3.13 法兰盘面外边缘必须设置成反扣结构，其嵌入沥青层的深度不应小于 20mm，以便于井座与路面紧密结合为一体，不易产生滑动。

10.3.14 可调式防沉降检查井盖应采用内置式铰链进行防盗，该防盗装置应具有从外部无法破坏的功能。

10.3.15 检查井井盖安装后，井盖顶面坡度应与路面纵横向坡度一致。

10.3.16 检查井盖安装时，其铰链位置应朝来车方向。

10.4 其他附属设施

10.4.1 路缘石材质应选用花岗岩或其他高强度、防冻融、耐腐蚀材料。

10.4.2 雨水口的形式主要有立算式和平算式两类。雨水口的形式、数量和布置，应按汇水面积所产生的流量、雨水口的泄水能力和道路形式确定。

10.4.3 平算式雨水口井盖至连接管管底的距离不宜大于 1m。为方便养护,雨水口宜采用带沉泥井的形式,如图 10.4.3 所示。沉泥井宜采用预制装配式钢筋混凝土构件。

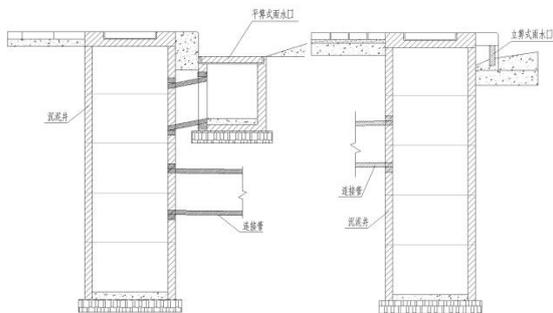


图 10.4.3(a) 平算式雨水口 图 10.4.3(b) 立算式雨水口

10.4.4 平算式雨水口井篦宜选用防沉降雨水篦。

10.4.5 雨水口连接管管顶埋深不宜小于道路结构层厚度,管顶埋深少于 1m 时宜对管道采取加固措施,确保管道在施工及运营期不被压坏。

10.4.6 机动车道宽大于等于 16m 时,人行横道应设置过街安全岛,安全岛宽度不宜小于 1.5m,并设置防撞保护设施。

10.4.7 受除冰盐影响的防撞护栏强度等级不宜低于 C35,其耐久性指标应满足《公路工程混凝土耐久性涉及规范》JTG/T 3310 规范中关于除冰盐等其他氯化物环境的要求。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

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

《城市道路工程技术规范》GB 51286-2018

《城市道路工程设计规范》CJJ 37-2012（2016年版）

《城镇道路路面设计规范》CJJ 169-2012

《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1-2008

《城市道路路基设计规范》CJJ 194-2013

《城市道路路线设计规范》CJJ 193-2012

《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188-2012

《多年冻土地区公路设计与施工技术细则》JTG/T D31-04-2012

《季节性冻土地区公路设计与施工技术规范》JTG/T D31-06—

2017

《公路路基设计规范》JTG D30-2015

《公路沥青混合料用融冰雪材料》JT/T 1210.2-2018 第2部分：
盐化物材料。