

JTG

中华人民共和国行业标准

JTG F10—2006

公路路基施工技术规范

Technical Specification for Construction of Highway Subgrades

2006-08-31 发布

2007-01-01 实施

中华人民共和国交通部发布

中华人民共和国交通部公告

2006 年第 35 号

关于发布《公路路基施工技术规范》（JTG F10—2006）的公告

现发布《公路路基施工技术规范》（JTG F10—2006），自2007年1月1日起施行，原《公路路基施工技术规范》（JTJ 033-95）、《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》（JTJ 017-96）、《公路粉煤灰路堤设计与施工技术规范》（JTJ 016-93）、《公路加筋土工程设计规范》（JTJ 015-91）、《公路加筋土工程施工技术规范》（JTJ 035-91）同时废止。

该规范的管理权和解释权归交通部，日常解释和管理工作由主编单位中交第一公路工程局有限公司负责。请各有关单位在实践中注意积累资料，总结经验，及时将发现的问题和修改意见函告中交第一公路工程局有限公司（北京朝阳区管庄周家井，邮政编码：100024，联系电话：010-65761831），以便修订时参考。特此公告。

中华人民共和国交通部（章）

二〇〇六年八月三十一日

目次

1 总则	1
2 术语、符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 施工准备	4
3.1 一般规定	4
3.2 测量	4
3.3 试验	7
3.4 场地清理	7
3.5 试验路段	8
4 一般路基施工	9
4.1 一般规定	9
4.2 路堤施工	10
4.3 挖方路基施工	16
4.4 轻质填料路堤施工	18
4.5 路基拓宽改建施工	21
5 路基排水	22
5.1 一般规定	22
5.2 地表排水	22
5.3 地下排水	23

5.4 路基排水工程质量标准·····	26
6 特殊路基施工·····	29
6.1 一般规定·····	29
6.2 湿粘土路基施工·····	30
6.3 软土地区路基施工·····	31
6.4 红粘土地区路基施工·····	43
6.5 膨胀土地区路基施工·····	43
6.6 黄土地地区路基施工·····	45
6.7 盐渍土地区路基施工·····	46
6.8 风积沙及沙漠地区路基施工·····	48
6.9 季节性冻土地地区路基施工·····	49
6.10 多年冻土地地区路基施工·····	51
6.11 涎流冰地区路基施工·····	52
6.12 雪害地区路基施工·····	53
6.13 滑坡地段路基施工·····	55
6.14 崩塌与岩堆地段路基施工·····	56
6.15 泥石流地区路基施工·····	56
6.16 岩溶地区路基施工·····	57
6.17 采空区路基施工·····	58
6.18 沿河、沿溪地区路基施工·····	58
6.19 水库地区路基施工·····	59
6.20 滨海地区路基施工·····	59

7 冬、雨季路基施工	61
7.1 一般规定	61
7.2 冬季施工	61
7.3 雨季施工	62
8 路基防护与支挡	64
8.1 一般规定	64
8.2 坡面防护	64
8.3 沿河路基防护	68
8.4 挡土墙	71
8.5 边坡锚固防护	76
8.6 土钉支护	78
8.7 抗滑桩	80
9 路基安全施工与环境保护	82
9.1 一般规定	82
9.2 安全施工	82
9.3 环境保护	84
9.4 生物保护	85
9.5 文物保护	85
10 路基整修与交工验收	86
10.1 路基整修	86
10.2 交工验收	86
附录A 本规范用词说明	88

附件 《公路路基施工技术规范》（JTG F10—2006）条文说明

1 总则·····	89
3 施工准备·····	90
4 一般路基施工·····	93
5 路基排水·····	105
6 特殊路基施工·····	111
7 冬、雨季路基施工·····	141
8 路基防护与支挡·····	143
9 路基安全施工与环境保护·····	153
10 路基整修与交工验收·····	158

1 总则

1.0.1 为提高公路路基工程施工技术水平，保证施工质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于各级公路的新建和改（扩）建路基工程施工。

1.0.3 公路路基应达到设计要求的强度、稳定性和耐久性。

1.0.4 公路路基施工，必须遵守国家安全生产法律法规，制定安全技术措施，加强安全管理，严格执行安全操作规程，确保安全施工。

1.0.5 公路路基施工，必须遵守国家职业健康安全法律法规，健全职工健康安全保障体系，改善职业健康安全条件。

1.0.6 公路路基施工必须遵守国家生态、环境保护、土地管理的有关法律法规，尽量保护原有植被地貌，防止噪音和粉尘污染，对于施工废弃物必须妥善处理。

1.0.7 公路路基施工，必须遵守国家文物保护的法律法规，遇有文物时，应立即停止施工，并保护好现场，会同有关单位妥善处理。

1.0.8 公路路基施工前，应进行施工组织设计。

1.0.9 公路路基施工，在满足质量标准的前提下，鼓励采用新技术、新工艺、新材料和新设备。

1.0.10 特殊路段路基，宜进行动态施工。

1.0.11 公路路基施工，除应符合本规范外，还应符合国家现行的有关标准和规范。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 路床 Roadbed

路面结构层底面以下0.80m范围内的路基部分，在结构上分为上路床（0~0.30m）和下路床（0.30~0.80m）。

2.1.2 路堤 Embankment

高于原地面的填方路基。路堤在结构上分为上路堤和下路堤，上路堤是指路面底面以下0.80~1.50m范围内的填方部分；下路堤是指上路堤以下的填方部分。

2.1.3 路堑 Cutting

低于原地面的挖方路基。

2.1.4 填石路堤 Rock-fill embankment

用粒径大于40mm且含量超过总质量70%的石料填筑的路堤。

2.1.5 土石路堤 Earth-rock embankment

石料含量占总质量30%~70%的土石混合材料修筑的路堤称为土石路堤。

2.1.6 CBR（加州承载比） California bearing ratio

表征路基土、粒料、稳定土强度的一种指标，即标准试件在贯入量为

2.5mm时所施加的试验荷载与标准碎石材料在相同贯入量时所施加的荷载之比，以百分率表示。

2.1.7 EPS Expanded Polystyrene,

膨胀性聚苯乙烯泡沫塑料简称EPS。

2.2 符号

E ——路基回弹模量 (MPa)

I ——路基顶面实测代表弯沉值 (1/100mm)

w ——土的天然含水量 (%)

c_w ——土的天然稠度

w_p ——土的压实最佳含水量 (%)

w_L ——土的液限含水量 (%)

w_p ——土的塑限含水量 (%)

PI ——土的塑性指数 (%)

3 施工准备

3.1 一般规定

3.1.1 路基开工前，应在全面理解设计要求和设计交底的基础上，进行现场调查和核对。

3.1.2 在详尽的现场调查后，应根据设计要求、合同、现场情况等，编制实施性施工组织设计，并按管理规定报批。

3.1.3 路基开工前必须建立健全质量、环保、安全管理体系和质量检测体系，并对各类施工人员进行岗位培训和技术、安全交底。

3.1.4 临时工程，应满足正常施工需要，应保证路基施工影响范围内原有道路、结构物及农田水利等设施的使用功能。

3.2 测量

3.2.1 控制性桩点，应进行现场交桩，并保护好交桩成果。

3.2.2 控制测量

1 各级公路的平面控制测量等级应符合表3.2.2-1 的规定。

表 3.2.2-1 平面控制测量等级

公路等级	平面控制网等级
高速公路、一级公路	一级小三角、一级导线、四级GPS控制网
二级公路	二级小三角、二级导线
三级公路及以下公路	三级导线

2 三角测量技术要求应符合表3.2.2-2 的规定。

表 3.2.2-2 三角测量技术要求

等级	平均边长 (m)	测角中误差 (")	起始边边长相 对中误差	最弱边边长相对 中误差	三角形闭合差 (")	回数	
						DJ2	DJ6
一级小 三角	500	±5.0	1/40000	1/20000	±15.0	3	4
二级小 三角	300	±10.0	1/20000	1/10000	±30.0	1	3

3 导线测量技术要求应符合表3.2.2-3 的规定。

表 3.2.2-3 导线测量技术要求

等级	等级附和导线长度 (km)	平均边长 (m)	每边测距中误差 (mm)	测角中误差 (")	导线全长相对闭合差	方位角闭合差 (")	测回数	
							DJ2	DJ6
一级	10	500	17	5.0	1/15000	$\pm 10 \sqrt{n}$	2	4
二级	6	300	30	8.0	1/10000	$\pm 16 \sqrt{n}$	1	3
三级	—	—	—	20.0	1/2000	$\pm 30 \sqrt{n}$	1	2

4 四级GPS控制网的主要技术参数应符合表3.2.2-4 的规定。

表 3.2.2-4 四级控制网技术参数要求

级别	每对相邻点平均距离d(m)	固定误差a (mm)	比例误差系数 b (ppm)	最弱相邻点点位中误差m(mm)
四级	500	≤ 10	≤ 20	50

注：每对相邻点间最小距离应不小于平均距离的1/2，最大距离不宜大于平均距离的2 倍。

5 各级公路的水准测量等级应符合表3.2.2-5 的规定。

表 3.2.2-5 水准测量等级

公路等级	水准测量等级	水准路线最大长度(km)
高速公路、一级公路	四等	16
二级及以下公路	五等	10

6 公路高程测量应采用水准测量。在水准测量确有困难的地段，四、五等水准测量

可以采用三角高程测量，采用三角高程测量时，起讫点应为高一个等级的控制点。

7 水准测量精度应符合表3.2.2-6 的规定。

表 3.2.2-6 水准测量精度要求

等级	每公里高差中数中误差 (mm)		往返较差、附和或环线闭合 差(mm)		检测已测测 段高差之差 (mm)
	偶然中误差 M Δ	全中误差 MW	平原微丘 区	山岭重丘区	
三等	± 3	± 6	$\pm 12 \sqrt{L}$	$\pm 3.5 \sqrt{n}$ 或 $\pm 15 \sqrt{L}$	$\pm 20 \sqrt{Li}$
四等	± 5	± 10	$\pm 20 \sqrt{L}$	$\pm 6.0 \sqrt{n}$ 或 $\pm 25 \sqrt{L}$	$\pm 30 \sqrt{Li}$
五等	± 8	± 16	$\pm 30 \sqrt{L}$	$\pm 45 \sqrt{L}$	$\pm 40 \sqrt{Li}$

注：①计算往返较差时，L 为水准点间的路线长度(km)；

②计算附和或环线闭合差时，L 为附和或环线的路线长度(km)；

③n为测站数，Li为检测测段长度(km)。

8 路基施工与隧道、桥梁施工共用的控制点，应分别满足《公路隧道施工技术规范》(JTJ 042)、《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041)的规定。

9 路基施工期间应根据情况对控制桩点进行复测。季节性冻土地区，在冻融以后应进行复测。

10 其它方面应符合《公路勘测规程》(JTJ 061)的规定。

3.2.3 导线复测

1 导线测量精度应符合表3.2.2-3 的规定。

2 原有导线点不能满足施工需要时，可增设满足相应精度要求的附和导线点。

3 同一建设项目内相邻施工段的导线应闭合，并满足同等级精度要求。

4 对可能受施工影响的导线点，施工前应加以固定或改移，从开工至

竣工验收的时间段内应保证其精度。

3.2.4 水准点复测与加密

- 1 水准点精度应符合表3.2.2-6 的规定。
- 2 沿路线每500m 宜有一个水准点。在结构物附近、高填深挖路段、工程量集中及地形复杂路段，宜增设水准点。临时水准点应符合相应等级的精度要求，并与相邻水准点闭合。
- 3 当水准点有可能受到施工影响时，应进行处理。

3.2.5 中线放样

- 1 路基开工前，应进行全段中线放样并固定路线主要控制桩，高速公路、一级公路宜采用坐标法进行测量放样。
- 2 中线放样时，应注意路线中线与结构物中心、相邻施工段的中线闭合，发现问题应及时查明原因，进行处理。
- 3 设计图纸和实际放样不符时，应查明原因后进行处理。

3.2.6 路基放样

- 1 路基施工前，应对原地面进行复测，核对或补充横断面，发现问题时，应进行处理。
- 2 路基施工前，应设置标识桩，对路基用地界、路堤坡脚、路堑坡顶、取土坑、护坡道、弃土堆等的具体位置标识清楚。
- 3 对深挖高填路段，每挖填3~5m或者一个边坡平台（碎落台）应复测中线和横断面。
- 4 高速公路和一级公路施工中，标高控制桩间距不宜大于200m。
- 5 施工过程中，应保护好所有控制桩点，并及时恢复被破坏的桩点。

3.2.7 每项测量成果必须进行复核，原始记录应存档。

3.3 试验

3.3.1 路基施工前，应按照有关规定和要求，建立试验室。

3.3.2 路基施工前，应对路基基底土进行相关试验。每公里至少取2个点；土质变化大时，视具体情况增加取样点数。

3.3.3 应及时对来源不同、性质不同的拟作为路堤填料的材料进行复查和取样试验。土的试验项目包括天然含水量、液限、塑限、标准击实试验、CBR 试验等，必要时应做颗粒分析、比重、有机质含量、易溶盐含量、冻胀和膨胀量等试验。

3.3.4 使用特殊材料作为填料时，应按相关标准作相应试验，必要时还应进行环境影响评估，经批准后方可使用。

3.4 场地清理

3.4.1 公路用地范围内原有构造物，应根据设计要求进行处理。

3.4.2 二级及二级以上公路路堤和填方高度小于1m 的公路路堤，应将路基基底范围内的树根全部挖除并将坑穴填平夯实；填方高度大于1m 的二级以下公路路堤，可保留树根，但根部不能露出地面。取土坑范围内的树根应全部挖除。

3.4.3 应对路幅范围内、取土坑的原地面表层腐殖土、表土、草皮等进行清理，填方地段还应按设计要求整平压实。清出的表层土宜充分利用。

3.5 试验路段

3.5.1 下列情况下，应进行试验路段施工：

- 1 二级及二级以上公路路堤。
 - 2 填石路堤、土石路堤。
 - 3 特殊地段路堤。
 - 4 特殊填料路堤。
 - 5 拟采用新技术、新工艺、新材料的路基。
- 3.5.2 试验路段应选择在地质条件、断面型式等工程特点具有代表性的地段，路段长度不宜小于100m。
- 3.5.3 路堤试验路段施工应包括以下内容：
- 1 填料试验、检测报告等；
 - 2 压实工艺主要参数：机械组合；压实机械规格、松铺厚度、碾压遍数、碾压速度；最佳含水量及碾压时含水量允许偏差等；
 - 3 过程质量控制方法、指标；
 - 4 质量评价指标、标准；
 - 5 优化后的施工组织方案及工艺；
 - 6 原始记录、过程记录；
 - 7 对施工设计图的修改建议等。

4 一般路基施工

4.1 一般规定

4.1.1 路基施工应做好施工期临时排水总体规划和建设，临时排水设施应与永久性排水设施综合考虑，并与工程影响范围内的自然排水系统相协调。

4.1.2 路基填料应符合下列规定

- 1 含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土严禁作为填料。
- 2 泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土，不得直接用于填筑路基；确需使用时，必须采取技术措施进行处理，经检验满足设计要求后方可使用。
- 3 液限大于50%、塑性指数大于26、含水量不适宜直接压实的细粒土，不得直接作为路堤填料；需要使用时，必须采取技术措施进行处理，经检验满足设计要求后方可使用。
- 4 粉质土不宜直接填筑于路床，不得直接填筑于冰冻地区的路床及浸水部分的路堤。
- 5 填料强度和粒径，应符合表4.1.2 的规定。

表 4.1.2 路基填料最小强度和最大粒径要求

填料应用部位 (路面底标高以下深度 m)		填料最小强度 (CBR) (%)			填料最大粒径 (mm)
		高速公路 一级公路	二级公路	三、四级公路	
路	上路床 (0~0.30)	8	6	5	100
	下路床 (0.30~0.80)	5	4	3	100
堤	上路堤 (0.80~1.50)	4	3	3	150
	下路堤 (>1.50)	3	2	2	150
零填及 挖方路基	(0~0.30)	8	6	5	100
	(0.30~0.80)	5	4	3	100

注：①表列强度按《公路土工试验规程》(JTJ 051)规定的浸水96h的CBR 试验方法测定。

②三、四级公路铺筑沥青混凝土和水泥混凝土路面时，应采用二级公路的规定。

③表中上、下路堤填料最大粒径150mm的规定不适用于填石路堤和土石路堤。

4.2 路堤施工

4.2.1 施工取土

- 1 路基填方取土，应根据设计要求，结合路基排水和当地土地规划、

环境保护要求进行，不得任意挖取。

2 施工取土应不占或少占良田，尽量利用荒坡、荒地，取土深度应结合地下水等因素考虑，利于复耕。原地面耕植土应先集中存放，以利再用。

3 自行选定取土方案时，应符合下列技术要求：

- 1) 地面横向坡度陡于1:10时，取土坑应设在路堤上侧。
- 2) 桥头两侧不宜设置取土坑。
- 3) 取土坑与路基之间的距离，应满足路基边坡稳定的要求。取土坑与路基坡脚之间的护坡道应平整密实，表面设1%~2%向外倾斜的横坡。
- 4) 取土坑兼作排水沟时，其底面宜高出附近水域的常水位或与永久排水系统及桥涵出水口的标高相适应，纵坡不宜小于0.2%，平坦地段不宜小于0.1%。
- 5) 线外取土坑等与排水沟、鱼塘、水库等蓄水（排洪）设施连接时，应采取防冲刷、防污染的措施。

4 对取土造成的裸露面，应采取整治或防护措施。

4.2.2 土质路堤

1 地基表层处理应符合下列规定

1) 二级及二级以上公路路堤基底的压实度应不小于90%；三、四级公路应不小于85%。路基填土高度小于路面和路床总厚度时，基底应按设计要求处理。

2) 原地面坑、洞、穴等，应在清除沉积物后，用合格填料分层回填

分层压实，压实度符合4.2.2 条第1 款第1 项的规定。

3) 泉眼或露头地下水，应按设计要求，采取有效导排措施后方可填筑路堤。

4) 地基为耕地、土质松散、水稻田、湖塘、软土、高液限土等时，应按设计要求进行处理，局部软弹的部分也应采取有效的处理措施。

5) 地下水位较高时，应按设计要求进行处理。

6) 陡坡地段、土石混合地基、填挖界面、高填方地基等应按设计要求进行处理。

2 路堤填筑应符合下列规定

1) 性质不同的填料，应水平分层、分段填筑，分层压实。同一水平层路基的全宽应采用同一种填料，不得混合填筑。每种填料的填筑层压实后的连续厚度不宜小于500mm。填筑路床顶最后一层时，压实后的厚度应不小于100mm。

2) 对潮湿或冻融敏感性小的填料应填筑在路基上层。强度较小的填料应填筑在下层。在有地下水的路段或临水路基范围内，宜填筑透水性好的填料。

3) 在透水性不好的压实层上填筑透水性较好的填料前，应在其表面设2~4%的双向横坡，并采取相应的防水措施。不得在由透水性较好的填料所填筑的路堤边坡上覆盖透水性不好的填料。

4) 每种填料的松铺厚度应通过试验确定。

5) 每一填筑层压实后的宽度不得小于设计宽度。

6) 路堤填筑时，应从最低处起分层填筑，逐层压实；当原地面纵坡

大于12%或横坡陡于1:5时，应按设计要求挖台阶，或设置坡度向内并大于4%、宽度大于2m的台阶。

7) 填方分几个作业段施工时，接头部位如不能交替填筑，则先填路段，应按1:1坡度分层留台阶；如能交替填筑，则应分层相互交替搭接，搭接长度不小于2m。

3 选择施工机械，应考虑工程特点、土石种类及数量、地形、填挖高度、运距、气候条件、工期等因素，经济合理地确定。填方压实应配备专用碾压机具。

4 土质路基压实度应符合表4.2.2-1 的规定

表 4.2.2-1 土质路基压实度标准

填挖类型		路床顶面 以下深度 (m)	压实度(%)		
			高速公路 一级公路	二级公路	三、四级公路
路 堤	上路床	0~0.30	≥96	≥95	≥94
	下路床	0.30~0.80	≥96	≥95	≥94
	上路堤	0.80~1.50	≥94	≥94	≥93
	下路堤	>1.50	≥93	≥92	≥90
零填及挖方路基		0~0.30	≥96	≥95	≥94
		0.30~0.80	≥96	≥95	—

注：①表列压实度以《公路土工试验规程》(JTJ 051) 重型击实试验法为准。

②三、四级公路铺筑水泥混凝土路面或沥青混凝土路面时，其压实度应采用二级公路的规定值。

③路堤采用特殊填料或处于特殊气候地区时，压实度标准根据试验路在保证路基强度要求的前提下可适当降低。

④特别干旱地区的压实度标准可降低2%~3%。

5 压实度检测应符合以下规定

1) 用灌砂法、灌水(水袋)法检测压实度时，取土样的底面位置为每一压实层底部；用环刀法试验时，环刀中部处于压实层厚的1/2深度；用核子仪试验时，应根据其类型，按说明书要求办理。

2) 施工过程中, 每一压实层均应检验压实度, 检测频率为每1000m²至少检验2点, 不足1000 m²时检验2点, 必要时可根据需要增加检验点。

6 路堤填筑至设计标高并整修完成后, 其施工质量应符合表4. 2. 2-2的规定。

表 4. 2. 2-2 土质路堤施工质量标准

序号	检查项目	允许偏差			检查方法或频率
		高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路	
1	路基压实度	符合规定	符合规定	符合规定	施工记录
2	弯沉	不大于设计值	不大于设计值	不大于设计值	—
3	纵断高程 (mm)	+10, -15	+10, -20	+10, -20	每200m测4断面
4	中线偏位 (mm)	50	100	100	每200m测4点 弯道加HY、YH 两点
5	宽度	不小于设计值	不小于设计值	不小于设计值	每200m测4处
6	平整度 (mm)	15	20	20	3m直尺; 每200m 测2处×10尺
7	横坡(%)	±0.3	±0.5	±0.5	每200m测4个断面
8	边坡坡度	不陡于设计坡度	不陡于设计坡度	不陡于设计坡度	每200m抽查4处

4. 2. 3 填石路堤

1 填料应符合以下规定

1) 膨胀岩石、易溶性岩石不宜直接用于路堤填筑, 强风化石料、崩解性岩石和盐化岩石不得直接用于路堤填筑。

2) 路堤填料粒径应不大于500mm, 并不宜超过层厚的2/3, 不均匀系数宜为15~20。路床底面以下400mm范围内, 填料粒径应小于150mm。

3) 路床填料粒径应小于100mm。

2 基底处理应符合以下规定

1) 除满足4. 2. 2 条第1 款的规定外, 承载力应满足设计要求。

2) 在非岩石地基上, 填筑填石路堤前, 应按设计要求设过渡层。

3 填筑应符合以下规定

1) 路堤施工前, 应先修筑试验路段, 确定满足表4. 2. 3-1 中孔隙率标准的松铺厚度、压实机械型号及组合、压实速度及压实遍数、沉降差等参数。

2) 路床施工前, 应先修筑试验路段, 确定能达到最大压实干密度的松铺厚度、压实机械型号及组合、压实速度及压实遍数、沉降差等参数。

3) 二级及二级以上公路的填石路堤应分层填筑压实。二级以下砂石路面公路在陡峻山坡地段施工特别困难时, 可采用倾填的方式将石料填筑于路堤下部, 但在路床底面以下不小于1. 0m范围内仍应分层填筑压实。

4) 岩性相差较大的填料应分层或分段填筑。严禁将软质石料与硬质石料混合使用。

5) 中硬、硬质石料填筑路堤时, 应进行边坡码砌, 码砌边坡的石料强度、尺寸及码砌厚度应符合设计要求。边坡码砌与路基填筑宜基本同步进行。

6) 压实机械宜选用自重不小于18t 的振动压路机。

7) 在填石路堤顶面与细粒土填土层之间应按设计要求设过渡层。

4 填石路堤施工质量应符合以下规定

1) 上下路堤的压实质量标准见表4. 2. 3-1。

表 4.2.3-1 填石路堤上、下路堤压实质量标准

分区	路面底面以下深度 (m)	硬质石料孔隙率 (%)	中硬石料孔隙率 (%)	软质石料孔隙率 (%)
上路堤	0.8~1.50	≤23	≤22	≤20
下路堤	>1.50	≤25	≤24	≤22

2) 填石路堤施工过程中的每一压实层，可用试验路段确定的工艺流程和工艺参

数，控制压实过程；用试验路段确定的沉降差指标检测压实质量。

3) 填石路堤填筑至设计标高并整修完成后，其施工质量应符合表 4.2.3-2 的规定。

表 4.2.3-2 填石路堤施工质量标准

项次	检测项目	允许偏差		检查方法或频率
		高速公路 一级公路	其他公路	
1	压实度	符合试验路确定的施工工艺		施工记录
		沉降差≤试验路确定的沉降差		水准仪：每 40m 检测一个断面，每个断面检测 5~9 点
2	纵面高程 (mm)	+10, -20	+10, -30	水准仪：每 200m 测 4 断面
3	弯沉	不大于设计值		—
4	中线偏位 (mm)	50	100	经纬仪：每 200m 测 4 点 弯道加 HY、YH 两点
5	宽度	不小于设计值		米尺：每 200m 测 4 处
6	平整度 (mm)	20	30	3m 直尺：每 200m 测 4 点×10 尺
7	横坡(%)	±0.3	±0.5	水准仪：每 200m 测 4 个断面
8	边坡	不大于设计值		每 200m 抽查 4 处
	平顺度	符合设计要求		

4) 填石路堤成型后的外观质量标准：路堤表面无明显孔洞。大粒径石料不松动，铁锹挖动困难。边坡码砌紧贴、密实，无明显孔洞、松动，砌块间承接面向内倾斜，坡面平顺。

4.2.4 土石路堤

1 填料应符合以下规定

1) 膨胀岩石、易溶性岩石等不宜直接用于路堤填筑，崩解性岩石和

盐化岩石等不得直接用于路堤填筑。

2) 天然土石混合填料中，中硬、硬质石料的最大粒径不得大于压实层厚的2/3；石料为强风化石料或软质石料时，其CBR值应符合表4.1.2的规定，石料最大粒径不得大于压实层厚。

2 基底处理应满足4.2.2条第1款的规定。在陡、斜坡地段，土石路堤靠山一侧应按设计要求，做好排水和防渗处理。

3 填筑应符合以下规定

1) 压实机械宜选用自重不小于18吨的振动压路机。

2) 施工前，应根据土石混合材料的类别分别进行试验路段施工，确定能达到最大压实干密度的松铺厚度、压实机械型号及组合、压实速度及压实遍数、沉降差等参数。

3) 土石路堤不得倾填，应分层填筑压实。

4) 碾压前应使大粒径石料均匀分散在填料中，石料间孔隙应填充小粒径石料、土和石渣。

5) 压实后透水性差异大的土石混合材料，应分层或分段填筑，不宜纵向分幅填筑；如确需纵向分幅填筑，应将压实后渗水良好的土石混合材料填筑于路堤两侧。

6) 土石混合材料来自不同料场，其岩性或土石比例相差较大时，宜分层或分段填筑。

7) 填料由土石混合材料变化为其它填料时，土石混合材料最后一层的压实厚度应小于300mm，该层填料最大粒径宜小于150mm，压实后，该层表面应无孔洞。

8) 中硬、硬质石料的土石路堤, 应进行边坡码砌, 码砌边坡的石料强度、尺寸及码砌厚度应符合设计要求。边坡码砌与路堤填筑宜基本同步进行。软质石料土石路堤的边坡按土质路堤边坡处理。

4 中硬、硬质石料土石路堤质量应符合以下规定

1) 施工过程中的每一压实层, 可用试验路段确定的工艺流程和工艺参数, 控制压实过程; 用试验路段确定的沉降差指标, 检测压实质量。

2) 路基成型后质量应符合表4.2.3-2 的规定。

5 软质石料填筑的土石路堤, 应符合4.2.2 条的规定。

6 土石路堤的外观质量标准: 路基表面无明显孔洞; 大粒径填石无松动, 铁锹挖动困难; 中硬、硬质石料土石路基边坡码砌紧贴、密实, 无明显孔洞、松动, 砌块间承接面应向内倾斜, 坡面平顺。

4.2.5 高填方路堤

1 高填方路堤填料宜优先采用强度高、水稳性好的材料, 或采用轻质材料。受水淹、浸的部分, 应采用水稳性和透水性均好的材料。

2 基底处理应符合下列规定

1) 基底承载力应满足设计要求。特殊地段或承载力不足的地基应按设计要求进行处理。

2) 覆盖层较浅的岩石地基, 宜清除覆盖层。

3 高填方路堤填筑应符合下列规定

1) 施工中应按设计要求预留路堤高度与宽度, 并进行动态监控。

2) 施工过程中宜进行沉降观测, 按照设计要求控制填筑速率。

3) 高填方路堤宜优先安排施工。

4.2.6 桥、涵及结构物的回填

1 填料宜采用透水性材料、轻质材料、无机结合料等，非透水性材料不得直接用于回填。

2 基坑回填必须在隐蔽工程验收合格后方可进行。基坑回填应分层填筑、分层压实，分层厚度宜为100~200mm。二级及二级以上公路，采用小型夯实机具时，基坑回填的分层压（夯）实厚度不宜大于150mm，并应压（夯）实到设计要求的压实度。

3 台背及与路堤间的回填施工应符合以下规定

1) 二级及二级以上公路应按设计做好过渡段，过渡段路堤压实度应不小于96%，并按设计做好纵向和横向防排水系统。

2) 二级以下公路的路堤与回填的连结部，应按设计要求预留台阶。

3) 台背回填部分的路床宜与路堤路床同步填筑。

4) 桥台背和锥坡的回填施工宜同步进行，一次填满并保证压实整修后能达到设计宽度要求。

4 涵洞回填施工应符合以下规定

1) 洞身两侧，应对称分层回填压实，填料粒径宜小于150mm。

2) 两侧及顶面填土时，应采取措施防止压实过程对涵洞产生不利后果。

4.2.7 半填半挖路基、路堤与路堑过渡段

1 基底处理应符合下列规定

1) 应从填方坡脚起向上设置向内侧倾斜的台阶，台阶宽度不小于2m，在挖方一侧，台阶应与每个行车道宽度一致、位置重合。

- 2) 石质山坡，应清除原地面松散风化层，按设计开凿台阶。
- 3) 孤石、石笋应清除。
- 4) 纵向填挖结合段，应合理设置台阶。
- 5) 有地下水或地面水汇流的路段，应采用合理措施导排水流。

2 施工应符合下列规定

- 1) 路基应从最低标高处的台阶开始分层填筑，分层压实。
- 2) 填筑时，应严格处理横向、纵向、原地面等结合界面，确保路基的整体性。
- 3) 路基填筑过程中，应及时清理设计边坡外的松土、弃土。
- 4) 高度小于800mm 的路堤、零填及挖方路床的加固换填宜选用水稳性较好的材料。

4.3 挖方路基施工

4.3.1 土方工程

1 开挖施工应符合下列规定

- 1) 可作为路基填料的土方，应分类开挖分类使用。非适用材料应按设计要求或作为弃方按4.3.4 条的规定处理。
- 2) 土方开挖应自上而下进行，不得乱挖超挖，严禁掏底开挖。
- 3) 开挖过程中，应采取措施保证边坡稳定。开挖至边坡线前，应预留一定宽度，预留的宽度应保证刷坡过程中设计边坡线外的土层不受扰动。
- 4) 路基开挖中，基于实际情况，如需修改设计边坡坡度、截水沟和边沟的位置及尺寸时，应及时按规定报批。边坡上稳定的孤石应保留。

5) 开挖至零填、路堑路床部分后, 应尽快进行路床施工; 如不能及时进行, 宜在设计路床顶标高以上预留至少300mm厚的保护层。

6) 应采取临时排水措施, 确保施工作业面不积水。

7) 挖方路基路床顶面终止标高, 应考虑因压实而产生的下沉量, 其值通过试验确定。

2 边沟与截水沟应从下游向上游开挖。截水沟通过地面坑凹处时, 应将凹处填平夯实。边沟及截水沟开挖后, 应及时进行防渗处理, 不得渗漏、积水和冲刷边坡及路基。

3 挖方路基施工遇到地下水时应按下列规定处理

1) 应采取排导措施, 将水引入路基排水系统。不得随意堵塞泉眼。

2) 路床土含水量高或为含水层时, 应采取设置渗沟、换填、改良土质、土工织物等处理措施, 路床填料除应符合表4.1.2 的规定外, 还应具有良好的透水性能。

4 土质路基开挖应根据地面坡度、开挖断面、纵向长度及出土方向等因素, 结合土方调配, 选用安全、经济的开挖方案。

4.3.2 石方工程

1 石方开挖应根据岩石的类别、风化程度、岩层产状、岩体断裂构造、施工环境等因素确定开挖方案。

2 深挖路基施工, 应逐级开挖, 逐级按设计要求进行防护。

3 爆破作业必须符合《爆破安全规程》(GB6722)。爆破施工组织设计应按相关规定报批。

4 石方开挖严禁采用峒式爆破, 近边坡部分宜采用光面爆破或预裂爆

破。

5 爆破法开挖石方，应先查明空中缆线、地下管线的位置、开挖边界线外可能受爆破影响的建筑物结构类型、居民居住情况等，然后制定详细的爆破技术安全方案。

6 爆破开挖石方宜按以下程序进行：爆破_____影响调查与评估→爆破施工组织设计→培训考核、技术交底→主管部门批准→清理爆破区施工现场的危石等→炮眼钻孔作业→爆破器材检查测试→炮孔检查合格→装炸药及安装引爆器材→布设安全警戒岗→堵塞炮孔→撤离施爆警戒区和飞石、震动影响区的人、畜等→爆破作业信号发布及作业→清除盲炮→解除警戒→测定、检查爆破效果(包括飞石、地震波及对施爆区内构造物的损伤、损失等)。

7 边坡整修及检验

1) 挖方边坡应从开挖面往下分段整修，每下挖2~3m，宜对新开挖边坡刷坡，同时清除危石及松动石块。

2) 石质边坡不宜超挖。

3) 石质边坡质量要求：边坡上无松石、危石。

8 路床清理及验收

1) 欠挖部分必须凿除。超挖部分应采用无机结合料稳定碎石或级配碎石填平碾压密实，严禁用细粒土找平。

2) 石质路床底面有地下水时，可设置渗沟进行排导，渗沟宽度不宜小于100mm，横坡不宜小于0.6%。渗沟应用坚硬碎石回填。

3) 石质路床的边沟应与路床同步施工。

4.3.3 深挖路基

- 1 施工前应理解设计的边坡防护方案，并编制详细的施工方案，获批准后实施。
- 2 施工过程中，应根据开挖情况随时进行地质核查，并对边坡稳定性进行监测。如实际情况与设计不符，应会同设计单位等进行处理。
- 3 应根据地形特征设置边坡控制点。

4.3.4 弃方

- 1 施工前，应对设计提供的弃土方案进行现场核对，若有疑问，应及时处理。
- 2 弃土不得占用耕地。
- 3 沿河弃土不得影响排洪、通航，不得加剧河岸冲刷。不得向水库、湖泊、岩溶漏斗及暗河口处弃土。禁止在贴近桥墩台、涵洞口处弃土。
- 4 沿线弃土堆设置应符合设计要求；设计无要求时应符合下列规定
 - 1) 弃土应相对集中堆放，并与周边环境相协调_____，严禁随意处理。
 - 2) 弃土堆的几何尺寸、压实程度、位置应保证路基边坡和弃土堆自身的稳定。弃土堆的边坡不陡于1:1.5，顶面向外设不小于2%的横坡，其内侧高度不宜大于3m。
 - 3) 在地面横坡陡于1:5的路段，不得在高于路堑边坡顶的山坡上方设弃土堆。
 - 4) 在山坡上侧的弃土堆，应连续而不间断，并在弃土堆上侧设置截水沟。山坡下侧的弃土堆，应每隔50~100m设宽度不小于1m的缺口排

水，排水主流方向不得对地面结构物及农田等造成不利影响，必要时可设人工沟渠导引排水。弃土堆坡脚应进行防护和加固。

5 弃土应按设计要求进行压实。

6 应按设计要求及时完成弃土场的防护、排水工程。

4.4 轻质填料路堤施工

4.4.1 粉煤灰路堤

1 用于高速公路、一级公路路堤的粉煤灰，烧失量宜小于20%；烧失量超过标准的粉煤灰应作对比试验，分析论证后采用。

2 粉煤灰的粒径，宜在0.001~1.18mm之间，小于0.075mm的颗粒含量宜大于45%。粉煤灰中不得含团块、腐殖质及其它杂质。

3 包边土和顶面封层的填料，宜采用塑性指数不小于12 的粘性土。

隔离层和土质护坡中的盲沟所用砂砾料、矿渣料等，最大粒径应小于75mm，4.75mm 以下细料含量小于50%，含泥量小于5%。

4 施工前应铺筑试验路段。

5 储运粉煤灰应符合下列规定

1) 调节粉煤灰含水量宜在储灰场或灰池中进行。

2) 粉煤灰运输、装卸、堆放，应采取有效措施防止扬尘、流失与污染环境。

3) 储灰场地应排水通畅，地面应硬化。大的储灰场宜设置雨水沉淀池。堆场应安装洒水设备，防止干灰飞扬。

6 粉煤灰路堤填筑应符合下列规定

1) 温度在0℃以上方可施工，并避开大风季节。

- 2) 颗粒组成、最大干密度和最佳含水量有显著差别的灰源应分别堆放，分段填筑。
 - 3) 按设计要求铺筑隔离层，隔离层界面的路拱横坡应与路堤同坡。
 - 4) 粉煤灰路堤应采用水平分层填筑施工。当分成不同作业段填筑时，先填地段应分层预留台阶，每个压实层应相互重叠搭接，搭接长度宜大于1.5m，相邻作业段接头范围内的压实度应达到规定要求。
 - 5) 土质包边土应与粉煤灰填筑同步进行。土质护坡铺筑宽度应保证削坡后的净宽满足设计要求，同时应按设计要求，做好土质护坡的排水盲沟，底层盲沟标高应避免地表水倒灌。
 - 6) 施工过程中，应及时洒水，防止干灰飞扬。
 - 7) 粉煤灰摊铺后必须及时碾压，做到当天摊铺、当天碾压完毕。
 - 8) 粉煤灰路堤的压实应遵循先轻后重、先低后高的原则。
 - 9) 铺筑上层时，宜采取洒水润湿、控制卸料车行驶路线、速度、调头、急刹车等措施，防止压实层松散。
 - 10) 暂时不能及时铺筑上层粉煤灰，除特殊情况外，禁止车辆通行，并洒水润湿，防止表面干燥松散。施工间隔较长时，应在路堤顶面覆盖适当厚度的封闭土层，并压实，横坡宜稍大于路拱。
 - 11) 当铺筑至粉煤灰路堤顶层时，宜及时按设计要求做封闭层。
 - 12) 应按设计要求做好粉煤灰与混凝土结构、金属结构物等接触界面的防护。
- 7 粉煤灰路堤压实度应符合表4.4.1 的规定。

表 4.4.1 粉煤灰路堤压实度标准

填料应用部位 (路床顶面以下深度 m)		压实度 (%)	
		二级及二级以上公路	其他等级公路
上路床	0.0~0.30	≥95	≥93
下路床	0.30~0.80	≥93	≥90
上路堤	0.80~1.50	≥92	≥87
下路堤	>1.50	≥90	≥87

注：①表列压实度以部颁《公路土工试验规程》(JTJ051) 重型击实试验法为准；

②特别干旱或潮湿地区的压实度标准可降低1%~2%；

③包边土和顶面封层压实度应符合表4.2.2-1的规定。

4.4.2 EPS路堤

1 EPS 块体在工地堆放时，应采取防火、防风、防雨水滞留、防有机溶剂及石油类油剂的侵蚀等保护措施，采取措施避免强阳光直接照射。

2 垫层应厚度均匀、密实，垫层宽度宜超过路基边缘0.5~1m。

3 EPS块体铺筑应符合下列规定

1) 非标准尺寸EPS块体宜在生产车间加工。现场加工时，宜用电热丝进行切割。

2) 施工基面必须保持干燥。EPS块体应逐层错缝铺设。允许偏差范围之内的缝隙或高差，可用砂或无收缩水泥砂浆找平。

3) 严禁重型机械直接在EPS块体上行驶。

4) 与其他填料路堤或旧路基的接头处，EPS块体应呈台阶铺设。

5) 最底层块体与垫层之间、同一层块体侧面联结、不同层的块体之间的联结应牢固，联结件应进行防锈处理。

6) EPS块体顶面的钢筋混凝土薄板、土工膜或土工织物等，应覆盖全部EPS块体，并向土质护坡延伸0.5~1.0m。

7) EPS路堤两边的土质护坡，坡面法向厚度应不小于0.25m，分层碾压夯实，防渗土工膜宜分级回包。

4 EPS路堤质量应符合表4.4.2 的规定。

表 4.4.2 EPS 路堤质量标准

序号	检测项目		允许偏差	检查方法及频率
1	EPS 块体尺寸	长度	1/100	卷尺丈量，抽样频率： <2000m ³ 抽检 2 块， 2000~5000m ³ 抽检 3 块， 5000~10000m ³ 抽检 4 块， ≥10000m ³ 每 2000 m ³ 抽检 1 块
		宽度	1/100	
		厚度	1/100	
2	EPS 块体密度		≥设计值	天平，抽样频率同序号 1
3	基底压实度		≥设计值	环刀法或灌砂法，每 1000m ² 检测 2 点
4	垫层平整度 (mm)		10	3m 直尺，每 20m 检查 3 点
5	EPS 块体之间平整度(mm)		20	3m 直尺，每 20m 检查 3 点
6	EPS 块体之间缝隙、错台 (mm)		10	卷尺丈量，每 20m 检查 1 点
7	EPS 块体路堤顶面横坡(%)		±0.5	水准仪，每 20m 检查 6 点
8	护坡宽度		≥设计值	卷尺丈量，每 40m 检查 1 点
9	钢筋混凝土板厚度(mm)		+10, -5	卷尺丈量，量板边，每块 2 点
10	钢筋混凝土板宽度(mm)		20	卷尺丈量，每 100m 检查 2 点
11	钢筋混凝土板强度		符合设计要求	抗压试验，每工作台班留 2 组试件
12	钢筋网间距(mm)		±10	卷尺丈量

注：路线曲线部份的EPS 块体缝隙不得大于50mm。

4.5 路基拓宽改建施工

4.5.1 路堤拓宽施工

1 应按设计拆除老路路缘石、旧路肩、边坡防护、边沟及原有构造物的翼墙或护墙等。

2 施工前应截断流向拓宽作业区的水源，开挖临时排水沟，保证施工期间排水通畅。

3 拓宽部分路堤的地基处理应按设计和本规范有关条款处理。

4 老路堤与新路提交界的坡面挖除清理的法向厚度不宜小于0.3m，然后从老路堤坡脚向上按设计要求挖设台阶；老路堤高度小于2m 时，

老路堤坡面处理后，可直接填筑新路堤。严禁将边坡清挖物作为新路堤填料。

5 拓宽部分的路堤采用非透水性填料时，应在地基表面按设计铺设垫层，垫层材料一般为砂砾或碎石，含泥量不大于5%。

6 拓宽路堤的填料宜选用与老路堤相同的填料，或者选用水稳性较好的砂砾、碎石等填料。

4.5.2 拓宽施工中的挖方路基按4.3节相关规定执行。

4.5.3 拓宽施工中的半填半挖路基按4.2.7条的相关规定执行。

4.5.4 边通车边拓宽时，应有交通管制和安全防护措施。

4.5.5 拓宽施工不得污染环境，破坏或污染原有水系。

5 路基排水

5.1 一般规定

5.1.1 施工前，应校核全线排水设计是否完善、合理，必要时提出补充和修改意见，使全线的沟渠、管道、桥涵组合成完整的排水系统。临时排水设施应尽量与永久排水设施相结合，排水方案应因地制宜、经济实用。

5.1.2 施工前，宜先完成临时排水设施。施工期间，应经常维护临时排水设施，保证水流畅通。

5.1.3 路堤施工中，各施工作业层面应设2%~4%的排水横坡，层面上不得有积水，并采取措施防止水流冲刷边坡。

5.1.4 路堑施工中，应及时将地表水排走。

5.1.5 施工中应对地下水情况进行记录并及时反馈。

5.2 地表排水

5.2.1 边沟

- 1 边沟沟底纵坡应衔接平顺。
- 2 土质地段的边沟纵坡大于3%时应采取加固措施。

5.2.2 截水沟

- 1 截水沟应先施工，与其他排水设施应衔接平顺。
- 2 截水沟应按设计要求进行防渗及加固处理。地质不良地段、土质松软路段、透水性大或岩石裂隙较多地段，截水沟沟底、沟壁、出水口都应进行加固处理，防止水流渗漏和冲刷。

5.2.3 排水沟

- 1 排水沟线形要平顺，转弯处宜为弧线形。
- 2 排水沟的出水口，应设置跌水和急流槽将水流引出路基或引入排水系统。

5.2.4 急流槽

- 1 片石砌缝应不大于40mm，砂浆饱满，槽底表面粗糙。
- 2 急流槽分节长度宜为5~10m，接头处应用防水材料填缝。混凝土预制块急流槽，分节长度宜为 2.5~5.0m，接头采用榫接。

5.2.5 无消力池的跌水，其台阶高度应小于600mm，每阶高度与长度之比应与原地面坡度相协调。

5.2.6 蒸发池

- 1 蒸发池与路基之间的距离应满足路基稳定要求。湿陷性黄土地区，蒸发池与路基排水沟外缘的距离应大于湿陷半径。
- 2 不得因设置蒸发池而使附近地基泥沼化或对周围生态环境产生不利影响。
- 3 蒸发池池底宜设0.5%的横坡，入口处应与排水沟平顺连接。
- 4 蒸发池四周应进行围护。

5.2.7 油水分离池

- 1 污水进入油水分离池前应先通过格栅和沉砂池处理。
- 2 不得由于设置油水分离池而污染当地生态环境。
- 3 池底、池壁和隔板应采用砌浆片石或现浇混凝土进行加固。

5.3 地下排水

5.3.1 暗沟（管）

- 1 沟底必须埋入不透水层内，沟壁最低一排渗水孔应高出沟底至少200mm。
- 2 暗沟设在路基旁侧时，宜沿路线方向布置；设在低洼地带或天然沟谷处时，宜顺山坡的沟谷走向布置。沟底纵坡应大于0.5%，出水口处应加大纵坡，并高出地表排水沟常水位200mm以上。
- 3 寒冷地区的暗沟应按照设计要求做好防冻保温处理，出口处也应进行防冻保温处理，坡度宜大于5%。
- 4 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。沿沟槽底每隔10~15m或在软硬岩层分界处应设置沉降缝和伸缩缝。

5 暗沟顶面必须设置混凝土盖板或石料盖板，板顶上填土厚度应大于500mm。

5.3.2 渗沟

1 各类渗沟均应设置排水层、反滤层和封闭层。

2 填石渗沟

1) 石料应洁净、坚硬、不易风化。砂宜采用中砂，含泥量应小于2%，严禁用粉砂、细砂。

2) 渗水材料的顶面（指封闭层以下）不得低于原地下水位。当用于排除层间水时，渗沟底部应埋置在最下面的不透水层。在冰冻地区，渗沟埋置深度不得小于当地最小冻结深度。

3) 填石渗沟纵坡不宜小于1%。出水口底面标高应高出渗沟外最高水位200mm。

3 管式渗沟

1) 管式渗沟长度大于100m时，应在其末端设置疏通井，并设横向泄水管，分段排除地下水。

2) 泄水孔应在管壁上交错布置，间距不宜大于200mm。渗沟顶标高应高于地下水位。管节宜用承插式柔性接头连接。

4 洞式渗沟

1) 洞式渗沟填料顶面宜高于地下水位。

2) 洞式渗沟顶部必须设置封闭层，厚度应大于500mm。

5 边坡渗沟

1) 边坡渗沟的基底应设置在潮湿土层以下的干燥地层内，阶梯式泄水坡坡度宜为2%~4%，基底应铺砌防渗。

2) 沟壁应设反滤层，其余部分用透水性材料填充。

6 支撑渗沟

1) 支撑渗沟的基底宜埋入滑动面以下至少500mm，排水坡度宜为2%~4%。当滑动面较缓时，可做成台阶式支撑渗沟，台阶宽度宜大于2m。

2) 渗沟侧壁及顶面宜设反滤层。寒冷地区，渗沟出口应进行防冻处理。

3) 渗沟的出水口宜设置端墙。端墙内的出水口底标高，应高于地表排水沟常水位200mm以上，寒冷地区宜大于500mm。承接渗沟排水的排水沟应进行加固。

7 反滤层

1) 在渗沟的迎水面设置粒料反滤层时，粒料反滤层应用颗粒大小均匀的碎、砾石，分层填筑。

2) 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，修补面积应大于破坏面积的4~5倍。

3) 坑壁土质为粘性土或粉细砂土，采用无砂混凝土板作反滤层时，在无砂混凝土板的外侧，应加设100~150mm厚的中粗砂或渗水土工织物反滤层。

8 渗沟基底应埋入不透水层，沟壁的一侧应设反滤层汇集水流，另一侧用粘土夯实或浆砌片石拦截水流。如渗沟沟底不能埋入不透水层时，两侧沟壁均应设置反滤层。

9 渗沟顶部应设置封闭层，封闭层宜采用浆砌片石或干砌片石水泥砂浆沟缝，寒冷地区应设保温层，并加大出水口附近纵坡。保温层可采用炉渣、砂砾、碎石或草皮等。

10 渗沟宜从下游向上游开挖，开挖作业面应根据土质选用合理的支撑形式，并应随挖随支撑、及时回填，不可暴露太久。支撑渗沟应分段间隔开挖。

5.3.3 渗井

1 填充料含泥量应小于5%，按单一粒径分层填筑，不得将粗细材料混杂填塞。下层透水层范围内宜填碎石或卵石，上层不透水范围内宜填砂或砾石。井壁与填充料之间应设反滤层。

2 渗井顶部四周用粘土填筑围护，井顶应加盖封闭。

3 渗井开挖应根据土质选用合理的支撑形式，并应随挖随支撑、及时回填。

5.3.4 隔离工程土工合成材料施工应符合以下规定

1 采用搭接铺设，搭接长度宜为1000mm。

2 土工织物上填料为碎石、砂砾或矿渣时，其最大粒径宜小于26.5mm，通过19mm筛孔的材料不得大于10%，通过0.075mm筛孔的材料塑性指数不得大于6。

3 排水隔离层顶面应高出地下水位300mm以上。

5.3.5 仰斜式排水孔施工应符合下列规定

- 1 钻孔成孔直径宜为75~150mm，仰角不小于6°。孔深应延伸至富水区。
- 2 排水管直径宜为50~100mm，渗水孔宜梅花形排列，渗水段裹1~2层无纺土工布，防止渗水孔堵塞。

5.3.6 承压水的排除

- 1 一般地区，埋深较浅的承压水宜采用在承压水出口处抛填片石或混凝土预制块等措施，使承压水消能为无压水流后再采用排水沟、渗沟等方式排走，也可用隔离层把承压水引入排水沟。
- 2 一般地区，层间重力水，可根据不同的含水情况和压力情况，采用渗沟、排水沟、渗井和暗沟（管）等措施排除。
- 3 寒冷地区，埋藏于冻土层以下的承压水，宜采用渗沟、排水沟、渗井和暗沟（管）等方法排除；但如果因地形条件所限，排水设施不能埋设于当地冰冻深度以下时，上层填土宜采取保温措施，与排水设施出口处相连接的沟槽应做成保温沟，保温沟的保温覆盖层，其布设范围应在排水设施出口处向外延伸2~5m，并应加大出水口处排水沟纵坡。
- 4 在寒冷地区，山坡较平缓，含水量和覆盖层又较浅，且涌水量、动水压力不大的情况下，可在覆盖层中挖冻结沟。

5.4 路基排水工程质量标准

5.4.1 排水设施外观质量应符合下列规定

- 1 纵坡顺直，曲线线形圆滑。
- 2 沟壁平整、稳定，无贴坡。沟底平整，排水畅通，无冲刷和阻水现象。
- 3 各类防渗、加固设施坚实稳固。
- 4 浆砌片石工程，嵌缝均匀、饱满、密实，勾缝平顺无脱落、密实、美观，缝宽均衡协调；砌体咬扣紧密；抹面平整、压光、顺直，无裂缝、空鼓。
- 5 干砌片石工程，砌筑咬合紧密，无叠砌、贴砌和浮塞。
- 6 水泥混凝土砌块的强度符合设计要求，砌体平整，勾缝整齐牢固。

5.4.2 土质边沟、截水沟、排水沟施工质量应符合表5.4.2的规定。

表 5.4.2 土质边沟、截水沟、排水沟施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	沟底纵坡	符合设计要求	水准仪：200m 测 8 点
2	沟底高程 (mm)	+0, -30	水准仪：每 200m 测 8 处
3	断面尺寸	不小于设计要求	尺量：每 200m 测 8 处
4	边坡坡度	不陡与设计要求	每 50m 测 2 处
5	边棱顺直度 (mm)	50	尺量：20m 拉线，每 200m 测 4 处

5.4.3 浆砌水沟、截水沟、边沟施工质量应符合表5.4.3 的规定。

表 5.4.3 浆砌水沟施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	砂浆强度	符合设计要求	同一配合比，每台班 2 组
2	轴线偏位 (mm)	50	经纬仪：每 200m 测 8 处
3	墙面直顺度 (mm) 或坡度	30 符合设计要求	20m 拉线 坡度尺：每 200m 测 4 处
4	断面尺寸 (mm)	±30	尺量：每 200m 4 处
5	铺砌厚度	不小于设计值	尺量：每 200m 4 处
6	基础垫层宽、厚度	不小于设计值	尺量：每 200m 4 处
7	沟底高程 (mm)	±15	水准仪：每 200m 8 点

注：跌水、急流槽等的质量标准可参照本表。

5.4.4 混凝土排水管施工质量应符合表5.4.4 的规定。

表 5.4.4 混凝土排水管施工质量标准

序号	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度		符合设计要求	同一配合比，每台班 2 组
2	管轴线偏位 (mm)		15	经纬仪或拉线：每两井间测 5 处
3	管内底高程 (mm)		±10	水准仪：每两井间测 4 处
4	基础厚度		不小于设计值	尺量：每两井间测 5 处
5	管座	肩宽 (mm)	+10, -5	尺量、挂边线：每两井间测 4 处
		肩高 (mm)	±10	
6	抹带	宽度	不小于设计	尺量：按 20% 抽查
		厚度	不小于设计	
7	进出口、管节接缝处理		有防水处理	每处检查

5.4.5 排水渗沟施工质量应符合表5.4.5的规定

表 5.4.5 排水渗沟施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	沟底高程 (mm)	±15	水准仪：每 20m 测 4 处
2	断面尺寸	不小于设计	尺量：每 20m 测 2 处

5.4.6 隔离工程土工合成材料施工质量应符合表5.4.6的规定。

表 5.4.6 隔离工程土工合成材料施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	下承层平整度、拱度	符合设计要求	每 200m 检查 8 处
2	搭接宽度 (mm)	+50, -0	抽查 5%
3	搭接缝错开距离	符合设计要求	抽查 5%
4	搭接处透水点	不多于 1 个	每缝

5.4.7 过滤排水工程土工合成材料施工质量应符合表5.4.7的规定。

表 5.4.7 过滤排水工程土工合成材料施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	下承层平整度、拱度	符合设计要求	每 200m 检查 8 处
2	搭接宽度 (mm)	+50, -0	抽查 5%
3	搭接缝错开距离	符合设计要求	抽查 5%

5.4.8 检查井、雨水井

1 井基混凝土强度达到5MPa后方可砌筑井体。蹬步梯安装牢固。井框、井盖平稳。进口周围无积水。

2 检查井、雨水井施工质量应符合表5.4.8 的规定。

表 5.4.8 检查井、雨水井实施工质量

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	
1	砂浆强度	符合设计要求	同一配比, 每台班 2 组	
2	轴线偏位 (mm)	50	经纬仪: 每个检查井检查	
3	圆井直径或方井长、宽 (mm)	±20	尺量: 每个检查井检查	
4	井底高程 (mm)	±15	水准仪: 每个检查井检查	
5	井盖与相邻路面高差 (mm)	检查井	+4, -0	水准仪: 每个检查井检查
		雨水井	+0, -4	

5.4.9 排水泵站平面位置、地基承载力应符合设计要求。井底不漏水。施工质量应符合表5.4.9 的规定。

表 5.4.9 排水泵站施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度	符合设计要求	同一配比, 每工作台班 2 组
2	轴线平面偏位	1%井深	经纬仪: 纵、横向各 3 处
3	垂直度	1%井深	用垂线: 纵、横向各 2 处
4	底板高程 (mm)	±50	水准仪: 检查 6 处

6 特殊路基施工

6.1 一般规定

6.1.1 特殊路基施工, 应进行必要的基础试验, 编制专项施工组织设计, 批准后实施。

6.1.2 施工中如实际地质情况与设计不符或设计处治方案因故不能实施，应按有关规定办理。

6.1.3 采用新技术、新工艺、新设备、新材料时，必须制定相应的工艺、质量标准。

6.1.4 用湿粘土、红粘土和中、弱膨胀土作为填料直接填筑时，应符合下列规定

- 1 液限在40%~70%之间、塑性指数在18~26 之间；
- 2 采用湿土法制作试件，试件的CBR值满足表4.1.2 的规定；
- 3 不得作为二级及二级以上公路路床、零填及挖方路基0~0.80m 范围内的填料；不得作为三、四级公路上路床、零填及挖方路基0~0.30m 范围内的填料。
- 4 压实质量应采用表6.1.4 的压实度标准。

表 6.1.4 压实度标准

填筑部位		路床顶面以下深度 (m)	压实度(%)		
			高速公路 一级公路	二级公路	三、四级公路
路堤	下路床	0.30~0.80	—	—	≥94
	上路堤	0.80~1.50	≥94	≥94	≥93
	下路堤	>1.50	≥94	≥94	≥93
零填及挖方路基		0.30~0.80	—	—	≥93

注：压实度 = $\frac{\rho}{\rho_{max}} \times 100\%$ ， ρ 为压实后实测干密度， $\rho_{max} = \frac{G S_r}{S_r G w}$ (式中 G: 土粒比重， S_r : 饱和度，取 100%， w : 压实后实测干密度土样的含水量)。

6.1.5 特殊地区路基施工除符合本章规定外，还应遵守第4章的规定。

6.2 湿粘土路基施工

6.2.1 用不符合6.1.4 条规定的湿粘土填筑路基时，应进行处理，处

理后应符合表4.1.2 的规定，压实质量应符合表4.2.2-1 的规定。

6.2.2 基底为软土时，应按设计要求进行处治。

6.2.3 不同类的填料，不得填筑在同一压实层上。

6.2.4 路堤填筑时，每层宜设2%~3%的横坡。当天的填土，宜当天完成压实。

6.2.5 填筑层压实后，应采取措施防止路基工作面曝晒失水。

6.2.6 水稻田地段路基施工，应符合下列规定

1 水稻田地段路基施工，不得影响农田排灌。

2 施工前应采取措施排除公路用地范围内的地表水。疏干地表水确有困难时，应按设计要求进行处治。

3 二级及二级以上公路路堑段，应在边坡顶适当距离外，筑埂并挖截水沟；土质、风化岩石边坡，应浆砌护墙或护坡；路堑路段宜加大边沟尺寸并采用浆砌。

6.2.7 河、塘、湖地段路堤施工应符合以下规定

1 受水浸、润作用的路堤部分，宜用水稳性好、塑性指数不大于6、压缩性小、不易风化的透水性填料填筑。

2 在洪水淹没地段的路堤两侧不得取土；三、四级公路，特殊情况下，可在下游侧距路堤安全距离外取土。

3 两侧水位差较大的河滩路堤,根据具体情况,宜放缓下游一侧边坡、设滤水趾和

反滤层、在基底设隔渗墙或隔渗层。

4 防洪工程应在洪水期前完成,施工期间应注意防洪。

6.2.8 多雨潮湿地区路基施工应符合下列规定

1 多雨潮湿地区施工,应注意排水。机具停放地、库房、生活区域应选在地势较高

- 31 -

不易被水淹的地点,并有完善的排水防洪设施。

2 多雨潮湿地区,应按设计要求对基底过湿土层进行处理。

6.3 软土地区路基施工

6.3.1 软土地基处治前,应复核处治方案的可行性,编制实施性施工组织设计。

6.3.2 软土地基处治材料的选用及处治方案,宜因地制宜、就地取材。

6.3.3 浅层处治

1 换填施工应符合下列规定

1) 换填料应选用水稳性或透水性好的材料。

2) 回填应分层填筑、压实。

2 抛石挤淤施工应符合下列规定

1) 应选用不易风化的片石,片石厚度或直径不宜小于300mm。

2) 软土地层平坦、软土成流动状时,填筑应沿路基中线向前成三角形方式投放

片石，再渐次向两侧全宽范围扩展。当软土地层横坡陡于1:10时，应自高侧向低侧填

筑，并在低侧坡脚外一定宽度内同时抛填形成片石平台。

3) 片石抛填出软土面后，应用较小石块填塞垫平，并碾压密实。

6.3.4 砂（砾）垫层

1 垫层材料宜采用无杂物的中、粗砂，含泥量应小于5%；也可采用天然级配砂砾料，

其最大粒径应小于50mm，砾石强度不低于四级（即洛杉矶法磨耗率小于60%）。

2 垫层宜分层摊铺压实，碾压到规定的压实度。垫层采用砂砾料时，应避免粒料离析。

3 垫层宽度应宽出路基边脚500~1000mm，两侧宜用片石护砌或采用其他方式防护。

6.3.5 土工合成材料

1 土工合成材料技术、质量指标应满足设计要求。土工合成材料在存放以及铺设过

程中应避免长时间曝晒或暴露。与土工合成材料直接接触的填料中严禁含强酸性、强碱性物质。

2 土工合成材料施工应符合以下规定

1) 下承层应平整，摊铺时应拉直、平顺，紧贴下承层，不得扭曲、

折皱。在斜

- 32 -

坡上摊铺时，应保持一定松紧度。

2) 铺设土工合成材料，应在路堤每边各留一定长度，回折覆裹在已压实的填筑

层面上，折回外露部分应用土覆盖。

3) 土工合成材料的连接，采用搭接时，搭接长度宜为300~600mm；采用缝接时，

缝接宽度应不小于50mm，缝接强度应不低于土工合成材料的抗拉强度；采用粘结时，粘

合宽度应不小于50mm，粘合强度应不低于土工合成材料的抗拉强度。

4) 施工中应采取措施防止土工合成材料受损，出现破损时应及时修补或更换。

5) 双层土工合成材料上、下层接缝应错开，错开长度应大于500mm。

6.3.6 袋装砂井

1 中、粗砂中大于0.6mm颗粒的含量宜占总重的50%以上，含泥量小于3%，渗透系

数大于 5×10^{-2} mm/s。砂袋的渗透系数应不小于砂的渗透系数。

2 袋装砂井施工应符合以下规定

1) 砂袋露天堆放时应有遮盖，不得长时间曝晒。

2) 砂袋应垂直下井，不得扭结、缩颈、断裂、磨损。

3) 拔钢套管时如将砂袋带出或损坏，应在原孔位边缘重打；连续两

次将砂袋带

出时，应停止施工，查明原因并处理后方可施工。

4) 砂袋在孔口外的长度，应能顺直伸入砂垫层至少300mm。

3 袋装砂井施工质量应符合表6.3.6 的规定。

表 6.3.6 袋装砂井施工质量标准

序号	项 目	允许偏差	检查方法和频率
1	井 距 (mm)	±150	抽查 3%
2	井 长	不小于设计值	查施工记录
3	井 径 (mm)	+10, 0	挖验 3%
4	竖直度 (%)	1.5	查施工记录
5	灌砂率 (%)	+5, 0	查施工记录

6.3.7 塑料排水板

1 塑料排水板技术、质量指标应符合设计要求。露天堆放应有遮盖，不得长时间曝晒。

2 塑料排水板施工应符合以下规定

- 1) 现场堆放的塑料排水板，应采取措施防止损坏滤膜。
- 2) 塑料排水板超过孔口的长度应能伸入砂垫层不小于500mm，预留段应及时弯折埋设于砂垫层中，与砂垫层贯通，并采取保护措施。
- 3) 塑料排水板不得搭接。
- 4) 施工中防止泥土等杂物进入套管内，一旦发现应及时清除。
- 5) 打设形成的孔洞应用砂回填，不得用土块堵塞。

3 塑料排水板施工质量应符合表6.3.7 规定。

表 6.3.7 塑料排水板施工质量标准

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	板距 (mm)	±150	抽查 3%
2	板长	不小于设计值	抽查 3%
3	竖直度 (%)	1.5	查施工记录

6.3.8 真空预压、真空堆载联合预压

1 垫层材料宜采用中、粗砂，泥土杂质含量小于5%，严禁砂中混有尖石等尖利硬物。

2 密封膜厚度宜为0.12~0.17mm，密封膜每边长度应大于加固区相应边3~4m。薄膜加工后不得存在热穿、热合不紧等现象，不宜有交叉热合缝。

3 每个加固区用2~3层密封膜，具体层数可根据密封膜性能确定。

4 滤管应不透砂。滤管距泥面、砂垫层顶面的距离均应大于50mm。滤管周围必须用砂填实，严禁架空、漏填。

5 密封沟与围堰

1) 沿加固边界开挖密封沟，其深度应低于地下水位并切断透水层，内外坡应平滑。沟底宽度应大于400mm，密封膜与沟底粘土之间应进行密封处理。

2) 密封沟回填料应为不含杂质的纯粘土，不得损害密封膜。

3) 筑堰位置应跨密封沟的外沟沿，堰体应密实牢固。

4) 铺膜前，应把出膜弯管与滤管连接好，并培实砂子，同时处理好出口的连接。

6 真空表测头应埋设于砂垫层中间，每块加固区不少于2个真空度测

点，真空管出口须防止弯折或断裂。

7 抽真空

- 1) 抽真空持续时间应符合设计要求，设计无规定可持续2~5个月。
- 2) 覆盖厚度宜为200~400mm，膜下真空压力应持续稳定在80KPa以上。
- 3) 应注意观察负压对其相邻结构物的影响。

8 真空堆载联合预压

- 1) 路堤填筑宜在抽真空30~40天后开始进行，或按设计规定开始堆载。
- 2) 路堤填筑速率应符合设计规定。
- 3) 路堤填筑期间，应保持抽真空。
- 4) 路堤填筑高度达到设计标高（考虑沉降）后，应继续抽真空，路堤沉降值（或地基固结度）达到设计要求后方可停止抽真空。

9 施工监测

- 1) 预压过程中，应进行孔隙水压力、真空压力、深层沉降量及水平位移等预压参数的监测。真空压力每隔4小时观测一次，表面沉降每2天测一次。
- 2) 当连续五昼夜实测地面沉降小于0.5mm/天、地基固结度已达到设计要求的80%时，经验收，即可终止抽真空。
- 3) 停泵卸荷后24小时，应测量地表回弹值。

6.3.9 砂桩

- 1 材料要求：采用中、粗砂，大于0.6mm 颗粒含量宜占总重的50%以

上，含泥量应小于3%，渗透系数大于 5×10^{-2} mm/s。也可使用砂砾混合料，含泥量应小于5%。

2 砂桩施工应符合以下规定

- 1) 采用单管冲击法、一次打桩管成桩法或复打成桩法施工时，应使用饱和砂；采用双管冲击法、重复压拔法施工时，可使用含水量为7%~9%的砂；饱和土中施工可用天然湿砂。
- 2) 地面下1~2m土层应超量投砂，通过压挤提高表层砂的密实程度。
- 3) 成桩过程应连续。
- 4) 实际灌砂量未达到设计用量时，应进行处理。

3 砂桩施工质量应符合表6.3.9 的规定。

表 6.3.9 砂桩施工质量标准

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	桩 距 (mm)	±150	抽查 3%
2	桩 长	不小于设计值	查施工记录
3	桩 径	不小于设计值	抽查 3%
4	竖直度 (%)	1.5	查施工记录
5	灌砂量	不小于设计值	查施工记录

6.3.10 碎石桩

- 1 材料要求：未风化碎石或砾石，粒径宜为19~63mm，含泥量应小于10%。
- 2 施工前应按规定做成桩试验。
- 3 根据试桩成果，严格控制水压、电流和振冲器在固定深度位置的留振时间。
- 4 碎石桩施工质量应符合表6.3.10 的规定。

表 6.3.10 碎石桩施工质量标准

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	桩 距 (mm)	±150	抽查 3%
2	桩 径	不小于设计值	查施工记录
3	桩 长	不小于设计值	抽查 3%
4	竖直度 (%)	1.5	查施工记录
5	灌碎石量	不小于设计值	查施工记录

5 碎石桩密实度抽查频率为2%，用重Ⅱ型动力触探测试，贯入量100mm时，击数应大于5次。

6.3.11 加固土桩

1 材料要求

1) 生石灰粒径应小于2.36mm，无杂质，氧化镁和氧化钙总量应不小于85%，其中氧化钙含量应不小于80%。

2) 粉煤灰中二氧化硅和三氧化二铝含量应大于70%，烧失量应小于10%。

3) 水泥宜用普通或矿渣水泥。

2 加固土桩施工前必须进行成桩试验，桩数不宜少于5根，且：

1) 应取得满足设计喷入量的各种技术参数，如钻进速度、提升速度、搅拌速度、喷气压力、单位时间喷入量等；

2) 应确定能保证胶结料与加固软土拌和均匀性的工艺；

3) 掌握下钻和提升的阻力情况，选择合理的技术措施；

4) 根据地层、地质情况确定复喷范围。

3 应根据固化剂喷入的形态（浆液或粉体），采用不同的施工机械组合。

4 采用浆液固化剂时，制备好的浆液不得离析，不得停置过长。超过

2小时的浆液应降低等级使用。浆液拌和均匀、不得有结块。供浆应连续。

5 采用粉体固化剂时，应符合以下规定

1) 严格控制喷粉标高和停粉标高，不得中断喷粉，确保桩体长度；严格控制粉喷时间、停粉时间和喷入量。应采取措施防止桩体上下喷粉不匀、下部剂量不足、上下部强度差异大等问题，应按设计要求的深度复搅。

2) 当钻头提升到地面以下小于500mm 时，送灰器停止送灰，用同剂量的混合土回填。

3) 如喷粉量不足，应整桩复打，复打的喷粉量不小于设计用量。因故喷粉中断时，必须复打，复打重叠长度应大于1m。

4) 施工设备必须配有自动记录的计量系统。

5) 钻头直径的磨损量不得大于10mm。

6 加固土桩施工质量应符合表6.3.11 的规定。

表 6.3.11 加固土桩施工质量标准

序号	项 目	允许偏差	检查方法和频率
1	桩 距 (mm)	±100	抽查桩数 3%
2	桩 径	不小于设计值	抽查桩数 3%
3	桩 长	不小于设计值	喷粉(浆)前检查钻杆长度，成桩 28 天后钻孔取芯 3%
4	竖直度 (%)	不大于 1.5	抽查桩数 3%
5	单桩每延米喷粉(浆)量 (%)	不小于设计值	查施工记录
6	桩体无侧限抗压强度	不小于设计值	成桩 28 天后钻孔取芯，桩体三等分段各取芯样一个，成桩数 3%
7	单桩或复合地基承载力	不小于设计值	成桩数的 0.2%，并不少于 3 根

6.3.12 水泥粉煤灰碎石桩

1 材料要求

- 1) 骨料：应根据施工方法，选择合理的骨料级配和最大粒径。
- 2) 水泥：宜选用普通硅酸盐水泥。
- 3) 粉煤灰：宜选用袋装Ⅱ、Ⅲ级粉煤灰。

2 施工前应进行成桩试验，试桩数量宜为5~7根。

3 水泥粉煤灰碎石桩施工应符合以下规定

- 1) 桩体施工应选择合理的施打顺序，避免对已成桩造成损害。
- 2) 成桩过程中，应对已打桩的桩顶进行位移监测。
- 3) 混合料应拌合均匀。

4 水泥粉煤灰碎石桩施工质量应符合表6.3.12 的规定。

表 6.3.12 水泥粉煤灰碎石桩施工质量标准

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	桩距 (mm)	±100	抽查桩数 3%
2	桩径	不小于设计值	抽查桩数 3%
3	桩长	不小于设计值	施工记录
4	竖直度 (%)	1	抽查桩数 3%
5	桩体强度	不小于设计值	取芯法，总桩数的 5%
6	单桩和复合地基承载力	不小于设计值	成桩数的 0.2%，并不少于 3 根

6.3.13 Y型沉管灌注桩

1 粗集料宜优先选用卵石；采用碎石，宜适当增加含砂率；骨料最大粒径不宜大于63mm。混凝土坍落度宜为80~100mm，在运输和灌注过程中无离析、泌水。

2 桩尖、桩帽混凝土强度不宜低于C30。

- 3 邻近有建筑物（构造物）时，应采取有效的隔振措施。
- 4 桩基定位点及施工区附近的水准点应设置在不受桩基施工影响处。
- 5 群桩施工，应合理设计打桩顺序、控制打桩速度，防止影响邻桩成桩质量。
- 6 沉管前，宜在桩管内先灌入高1.5m左右的封底混凝土，方可开始沉管。
- 7 灌注混凝土的充盈系数不得小于1。
- 8 拔管速度应保持在1.0~1.2m/min，桩管埋入混凝土深度应大于1m。
- 9 Y型沉管灌注桩施工质量应符合表6.3.13 的规定。

表 6.3.13 Y 型沉管灌注桩质量标准

序号	项 目	允许偏差	检查方法和频率
1	桩 距 (mm)	±100	用尺量，桩数 5%
2	沉桩深度	不小于设计值	用尺量，桩数 20%
3	桩横截面积	不小于设计值	用尺量，桩数 5%
4	竖 直 度 (%)	不大于 1	查沉孔记录
5	混凝土抗压强度	在合格标准内	每根桩 2 组，每台班至少 2 组
6	单桩承载力	不小于设计值	桩数的 0.2%，并不少于 3 根
7	桩身完整性	无明显缺陷	低应变测试，桩数 10%

6.3.14 薄壁筒型沉管灌注桩

- 1 混凝土粗集料宜优先选用卵石，卵石最大粒径为63mm；采用碎石，宜适当增加含砂率，碎石最大粒径为37.5mm。混凝土坍落度宜为80~150mm，在运输和灌注过程中无离析、泌水。
- 2 桩尖、桩帽混凝土强度不宜低于C30。桩尖表面应平整、密实，桩尖内外面圆度偏差不得大于1%，桩尖端头支承面应平整。
- 3 临近有建筑物时，应采取有效的隔振措施。

- 4 在软土地基上打群桩时，应合理设计打桩顺序、控制打桩速度。
- 5 桩基定位点及施工区附近所设的水准点应设置在不受桩基施工影响处。
- 6 沉管工艺应符合下列规定
 - 1) 成孔器安装时，应控制底部套筒环形空隙（即成桩壁厚）的均匀性，环隙偏差小于5mm后方可固定上端法兰或缩压夹持器。
 - 2) 沉孔之前，必须使桩尖与成孔器内、外钢管的空腔密封，确保在全部沉孔过程中水不会渗入空腔内。
 - 3) 浇筑混凝土前，应检测孔底有无渗水和淤泥。
- 7 浇注混凝土应符合下列规定
 - 1) 桩管内混凝土灌满后，先振动5~10s，再边振动边拔管，控制拔管速度均匀、保持管内混凝土高度不少于2m。穿越特别软弱土层时，拔管速度宜控制在1.0~1.2m/min。
 - 2) 采取间歇性振动，即灌入2m高度混凝土后，提升振动一次，不宜连续振动而不提升。
 - 3) 在沉孔及提升成孔器时，必须控制成孔器的垂直度。
 - 4) 浇注后的桩顶标高应大于设计标高500mm。
- 8 薄壁筒型沉管灌注桩施工质量应符合表6.3.14 的规定。

表 6.3.14 薄壁筒型沉管灌注桩施工质量标准

序号	项 目	允许偏差	检查方法和频率
1	桩 距 (mm)	±100	尺量, 桩数 5%
2	桩 外 径	不小于设计值	尺量, 桩数 5%
3	沉桩深度	不小于设计值	尺量, 桩数 20%
4	筒壁厚度	不小于设计值	尺量, 桩数 5%
5	竖 直 度 (%)	不大于 1	查沉孔记录
6	混凝土抗压强度	合格	每工作台班留 2 组试件, 每根桩至少 1 组试件
7	单桩承载力	不小于设计值	总桩数的 0.2%, 并不少于 3 根
8	桩身完整性	无明显缺陷	低应变测试, 桩数 10%

6.3.15 静压管桩

1 管桩堆放场地, 必须平整、坚实, 应有排水措施, 不得产生不均匀沉陷。

2 施工前检查成品桩, 先张法薄壁预应力混凝土管桩应符合《先张法预应力混凝土管桩》(GB13476) 的规定、《先张法预应力混凝土薄壁管桩》(JC 888) 的规定。采用蒸气养护时应在常温下静置3天以上。

3 焊接接桩

1) 接桩时, 上、下节桩的中心线偏差应小于5mm, 节点弯曲矢高不得大于桩段长度的0.1%。

2) 焊接时, 应采取措施减小焊接变形, 焊缝连续、饱满。焊接后应自然降温, 严禁用水浇降温。

3) 成桩过程中遇有较难穿透的土层时, 接桩宜在桩尖穿过该层土后进行。

4 管桩与托板的连接

1) 对于沉入到设计标高后不需要截桩的薄壁预应力混凝土管桩，与托板连接可用托板连接筋与钢筋板圈焊接后，将桩顶直接埋入托板内。连接筋和桩顶埋入托板内深度，应根据不同的工程情况，按设计要求确定。

2) 需要截桩的管桩与托板连接，管桩截断后，将垫块下入管内，并把连接用钢筋笼插入桩内，用与托板相同强度等级的混凝土灌注。

5 静压桩施工质量应符合表6.3.15 的规定。

表 6.3.15 静压管桩施工质量标准

序号	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	桩 距 (mm)	±100	5%
2	桩 长	不小于设计	吊绳量测，5%
3	竖直度 (%)	≤1	5%
4	单桩承载力	不小于设计	桩数的 0.2%，并不少于 3 根
5	托板高度 (mm)	+20，-10	钢尺量测，5%
6	托板长度和高度 (mm)	+30，-20	钢尺量测，5%
7	托板位置 (mm)	50	钢尺量测，5%

6.3.16 强夯

1 应采取隔振、防震措施消除强夯对邻近建筑物的有害影响。

2 施工前应选择有代表性并不小于500m²的路段进行试夯，确定最佳夯击能、间歇时间、夯间距等参数。

3 夯击次数应按现场试夯得到的夯击次数和夯沉量关系曲线确定。

4 垫层材料应采用透水性好的砂、砂砾、石屑、碎石土等。

5 强夯施工应符合以下规定

1) 施工前应检查锤重和落距，单击夯击能量应符合设计要求。

2) 夯击前，应对夯点放样并复核，夯完后检查夯坑位置，发现偏差或漏夯应及时纠正。

3) 施工过程中应记录每个夯点的夯沉量，原始记录应完整、齐全。

6 强夯施工完成后，应通过标准贯入、静力触探等原位测试，测量地基的夯后承载能力是否达到设计要求。

6.3.17 强夯置换

1 置换材料应采用级配良好的块（片）石、碎石、矿渣等坚硬的粗颗粒材料，粒径不宜大于夯锤底面直径的0.2 倍，含泥量不宜大于10%，粒径大于300mm 的颗粒含量不宜大于总质量的30%。

2 垫层材料应采用水稳定性好的砂、砂砾、石屑、碎石土等。

3 应采取隔振、防震措施消除强夯对邻近建筑物的有害影响。

4 强夯置换施工前应进行试夯。

5 强夯置换施工应符合以下规定

1) 标出第一遍夯点位置，测量地面高程；

2) 测量夯前锤底高程；

3) 夯击并逐击记录夯坑深度，当夯坑过深而发生起锤困难时，停夯后向坑内填料直至坑顶填平，记录填料数量，如此重复直至满足规定的夯击次数及控制标准，完成一个墩体的夯击；

4) 应按由内而外，隔行跳夯击打的原则完成全部夯点的施工；

5) 推平地基，用低能量进行满夯，将表层松土夯实，并测量夯后地基高程；

6) 按设计铺筑垫层，并分层碾压密实。

6 施工过程质量控制

1) 单击夯击能量应符合设计要求；

2) 夯击前, 应对夯点放样进行复核, 夯完后检查夯坑位置, 发现偏差或漏夯应及时纠正;

3) 按设计要求检查每个夯点的夯击次数和每击沉降量及夯墩的置换深度。

7 质量检验

1) 动力触探试验检查置换墩着底情况及承载力。检验数量不小于墩点数1%, 且不少于3点;

2) 置换墩直径与深度应符合设计要求。

6.3.18 软土地区路堤施工

1 软土地区路堤施工计划中宜考虑地基固结工期。

2 施工时不宜破坏软土地基表层硬壳层。

3 路堤压实宽度应不小于设计值, 坡度应符合设计要求。

4 填筑过程中, 路堤中心线地面沉降速率每昼夜应不大于10~15mm, 坡脚水平位移速率每昼夜应不大于5mm。应结合沉降和位移发展趋势对观测结果进行综合分析。填筑速率应以水平位移控制为主, 超过标准应立即停止填筑。

5 采用排水固结法施工时, 桥台、涵洞、通道以及加固工程应在预压沉降完成后方可进行施工。路堤与桥台衔接部位、路堤与堆坡预压填土应同步填筑与碾压, 填料宜选用透水性材料。

6 应按设计要求的预压荷载、预压时间进行预压。在预压期内, 除添加由于沉降而引起的沉降补方外, 严禁其它作业。

7 在软土地基上直接填筑路堤, 应符合以下规定

1) 水面以下部分应选择透水性好的填料，水面以上可用一般土或轻质材料填筑。

2) 填筑路基的土宜从取土场取用。必须在两侧取土时，取土坑距路堤坡脚的距离应满足路堤稳定的要求。

3) 反压护道施工宜与路堤同时填筑。分开填筑时，必须在路堤达到临界高度前完成反压护道施工。

8 吹填砂路堤施工应符合下列规定

1) 吹填砂材料宜采用中、粗砂，含泥量不宜大于15%。

2) 吹填砂路堤用渗沟排水时，在连接砂堤的端部应设砂砾反滤层，防止砂土堵塞渗沟。排水口处两侧挡水堤应作加固处理。

3) 挡水堤外边坡应按设计要求进行防护。

4) 吹填砂路堤完工后，应及时完成封闭层。

9 矿渣路堤施工应符合下列规定

1) 路堤填料应为至少放置1年以上的高炉矿渣，并有良好的级配，必要时应予破碎。

2) 矿渣用于水位以下或地下水位300mm 以内的路堤施工时，其最大粒径应不大于300mm，同时粒径宜小于1/2压实厚度，通过19mm筛孔量应不大于10%，通过0.075mm的筛余料塑性指数应不超过6。

3) 每层铺筑厚度应根据试验确定。矿渣填料顶面应采用级配良好的矿渣，或者用最大粒径为75mm的破碎矿渣或碎石进行嵌缝，其厚度应不小于100mm。

6.3.19 路堤施工观测

- 1 观测项目、内容和频率应符合设计要求。
- 2 二级及二级以上公路路堤施工中，必须进行沉降和稳定的动态观测，要求见表

6.3.19。

表 6.3.19 沉降和稳定动态观测

观测项目	常用器具名称	观测内容及目的
地表沉降量	地表型沉降计 (沉降板)	根据测定数据调整填土速率；预测沉降趋势，确定预压卸载时间和结构物及路面施工时间；提供施工期间沉降土方量的计算依据。
地表水平位移量及隆起量	地表水平位移桩 (边桩)	监测地表水平位移及隆起情况，以确保路堤施工的安全和稳定。
地下土体分层水平位移量	地下水平位移计 (测斜管)	用作掌握分层位移量，推定土体剪切破坏的位置。必要时采用。

- 3 观测仪表应在软土地基处理之后埋设，并在观测到稳定的初始值后，方可进行路堤填筑。
- 4 地基条件差、地形变化大、实际问题多的部位和土质调查点附近应设置观测点。同一路段不同观测项目的测点宜布置在同一横断面上。
- 5 施工期间，应按设计要求进行沉降和稳定的跟踪观测，观测频率应与沉降、稳定的变形速率相适应，每填筑一层应观测一次；如果两次填筑间隔时间较长，每3天至少观测一次。路堤填筑完成后，堆载预压期间观测应视地基稳定情况而定，半月或每月观测一次，直至预压期结束。
- 6 如地基稳定出现异常，应立即停止加载并采取措施处理，待路堤恢复稳定后，方可继续填筑。
- 7 稳定性观测
 - 1) 一般路段沿纵向每100~200m设置一个观测断面，同时，每一路段

应不少于3个断面；桥头路段应设置2~3个观测断面；桥头纵向坡脚、填挖交界的填方端、沿河等特殊路段均应增设观测点。

2) 位移观测边桩，应根据需要埋设在路堤两侧坡脚或坡脚以外3~5m处，并结合稳定分析，在预测可能的滑裂面与地面的切面位置布设测点，一般在坡脚以外1~10m范围内设置3~4个位移边桩。同一观测断面的边桩应埋在同一横轴线上。边桩应埋置稳固。

3) 校核基点四周必须采用保护措施，并定期与工作基点桩校核。

4) 地面位移观测仪器要求：测距精度±5mm。测角精度2"。

5) 沿河、临河等凌空面大而稳定性很差的路段，必要时需进行地基土体内部水平位移的观测。

8 沉降观测

1) 在施工路段的原地面上一般埋设沉降板进行高程观测。沉降板埋置于路基中心、路肩及坡趾的基底。

2) 沉降板观测仪器要求：往返水准测量精度1mm/km。

3) 用于观测水平位移标点桩、校核基点桩亦同时用于沉降观测，埋设于坡趾及以外的标点边桩一般兼测地面沉降。

4) 堆载预压期间观测应视地基稳定情况而定，一般情况下，第一个月每3天观测1次，第二、三个月每7天观测一次，从第四个月起每15天观测1次，直至预压期结束。

9 工作标点桩、沉降板观测标、工作基点桩、校核基点桩在观测期均必须采取有效措施加以保护。还应在标杆上有醒目的警示标志。

6.4 红粘土地区路基施工

6.4.1 压缩系数大于0.5MPa⁻¹的红粘土不得直接用于填筑路堤。

6.4.2 不符合6.1.4条规定的红粘土拟作为路基填料时，应进行处理，处理后应符合表4.1.2的规定，压实质量应符合表4.2.2-1的规定。

6.4.3 路堤施工前应做好临时排水及防渗设施，截断流向路堤作业区的水源，疏干地表水。

6.4.4 路堤填筑应符合下列规定

1 应尽量避免雨季施工。雨季施工时，应防止松土被雨淋湿。施工中应保持作业面横坡不小于3%。雨后作业面，应经晾干且重新压实合格后方可进行下道工序的施工。

2 填料应随挖随用。摊铺后必须及时碾压，做到当天摊铺当天完成碾压。

3 路堤填筑应连续，碾压完成后，应采取措施防止路堤作业面曝晒失水。

6.4.5 包边法施工应符合以下规定

1 包边材料应为透水性较小的低液限粘土、石灰土等，CBR应符合表4.1.2的规定。严禁用粉土、砂土等低塑性土包边。

2 分层填筑时，先摊铺包边土，后摊铺红粘土。碾压前，应控制两种填料的各自含水量，使两种填料在同一压实工艺下能达到压实标准。包边土的压实度应符合表4.2.2-1的规定。

3 碾压应从两边往中间进行，对不同填料的结合处要增加碾压遍数1~2遍；

4 超高弯道的碾压应自低处向高处进行。

6.4.6 路堑边坡应按设计要求及时进行防护和综合排水施工。

6.4.7 挖方边坡坡脚应按设计要求及时施工支挡结构物。

6.5 膨胀土地地区路基施工

6.5.1 膨胀土地地区路基施工，应避免雨季作业，加强现场排水，基底和已填筑的路基不得被水浸泡。

6.5.2 膨胀土地地区路基应分段施工，各道工序应紧密衔接，连续完成。路基边坡按设计要求修整，并应及时进行防护施工。

6.5.3 膨胀土作为填料时应符合以下规定

1 强膨胀土不得作为路堤填料。

2 中等膨胀土经处理后可作为填料，用于二级及二级以上公路路堤填料时，改性处理后胀缩总率应不大于0.7%。

3 胀缩总率不超过0.7%的弱膨胀土可直接填筑。

6.5.4 二级及二级以上公路路堤基底处理应符合以下规定

1 高度不足1m的路堤，应按设计要求采取换填或改性处理等措施处治。

2 表层为过湿土，应按设计要求采取换填或进行固化处理等措施处治。

3 填土高度小于路面和路床的总厚度，基底为膨胀土时，宜挖除地表0.30~0.60m的膨胀土，并将路床换填为非膨胀土或掺灰处理。若为强膨胀土，挖除深度应达到大气影响深度。

6.5.5 膨胀土地区路堑施工应符合下列规定

- 1 路堑施工前，先施工截、排水设施，将水引至路幅以外。
- 2 边坡施工过程中，必要时，宜采取临时防水封闭措施保持土体原状含水量。边坡不得一次挖到设计线，应预留厚度300~500mm，待路堑完成时，再分段削去边坡预留部分，并立即进行加固和封闭处理。
- 3 路床底标高以下应按照设计要求进行处理。
- 4 宜用支挡结构对强膨胀土边坡进行防护。支挡结构基坑应采取措施防止曝晒或浸水，基础埋深应在大气风化作用影响深度以下。

6.5.6 膨胀土路基填筑松铺厚度不得大于300mm；土块粒径应小于37.5mm。

6.5.7 填筑膨胀土路堤时，应及时对路堤边坡及顶面进行防护。

6.5.8 路基完成后，当年不能铺筑路面时，应按设计要求做封层，其厚度应不小于200mm，横坡不小于2%。

6.5.9 膨胀土路基的压实度应符合表4.2.2-1的规定；符合6.1.4条规定的中、弱膨胀土可采用6.1.4条的压实标准。

6.6 黄土地区路基施工

6.6.1 黄土地区路基施工，应做好施工期排水，将水迅速引离路基。在填挖交界处引出边沟时，应做好出水口的加固，排水设施接缝处应坚固不渗漏。

6.6.2 路基基底处理应符合以下规定

- 1 若基底为非湿陷性黄土，且无地下水时，可按4.2.2条第1款规定

进行基底处理。

2 若地基为一般湿陷性黄土，应采取措施拦截、排除地表水。地下排水构造物与地面排水沟渠必须采取防渗措施，路侧严禁积水。

3 若地基黄土具有强湿陷性或较高的压缩性，应按设计要求进行处理。

6.6.3 黄土填筑路堤应符合下列规定

1 路床填料不得使用老黄土。路堤填料不得含有粒径大于100mm的块料。

2 在填筑横跨沟壑的路基土方时，应做好纵横向界面的处理。

3 黄土路堤边坡应拍实，并应及时予以防护，防止路表水冲刷。

4 浸水路堤不得用黄土填筑。

6.6.4 黄土路堑施工应符合以下规定

1 路堑路床土质应符合设计要求，密实度不足时，应采取措施碾压至要求的压实度。

2 路堑施工前，应做好堑顶地表排水导流工程。路堑施工期间，开挖作业面应保持干燥。

3 路堑施工中，如边坡地质与设计不符，可提出修改边坡坡度。

6.6.5 黄土陷穴处理可采取以下措施：

1 路基范围内的陷穴，应在其发源地点对陷穴进口进行封填，并截排周围地表水。

2 现有的陷穴、暗穴，可采用灌砂、灌浆、开挖回填、导洞和竖井等措施进行填充。

3 陷穴表面的防渗处理层厚度不宜小于300mm，并将流向陷穴的附近地面水引离。

4 挖方边坡顶以外 50m范围内、路堤坡脚以外20m范围内的黄土陷穴宜进行处理。挖方边坡顶以外的陷穴，若倾向路基，应作适当处理。对串珠状陷穴应彻底进行处治。

6.7 盐渍土地地区路基施工

6.7.1 路堤填料

1 路堤填料应符合表6.7.1 的规定。

表 6.7.1 盐渍土地地区路堤填料的可用性

公路等级		高速公路、一级公路			二级公路			三、四级公路	
		0~0.80m	0.80~1.50m	1.50m以下	0~0.80m	0.80~1.50m	1.50m以下	0~0.80m	0.80~1.50m
细粒土	弱盐渍土	×	○	○	□ ₁	○	○	○	○
	中盐渍土	×	×	○	□ ₁	○	○	□ ₃	○
	强盐渍土	×	×	□ ₁	×	□ ₂	□ ₃	×	□ ₁
	过盐渍土	×	×	×	×	×	□ ₂	×	□ ₂
粗粒土	弱盐渍土	×	□ ₁	○	□ ₁	○	○	□ ₁	○
	中盐渍土	×	×	□ ₁	×	□ ₁	○	×	□ ₄
	强盐渍土	×	×	×	×	×	□ ₂	×	□ ₂
	过盐渍土	×	×	×	×	×	□ ₂	×	×

注：表中○---可用；

×---不可用；

□---部分可用。

□₁---氯盐渍土及亚氯盐渍土可用；

□₂---强烈干旱地区的氯盐渍土及亚氯盐渍土经过论证可用；

□₃---粉土质（砂）、粘土质（砂）不可用；

□₄---水文地质条件差时的硫酸盐渍土及亚硫酸盐渍土不可用。

强烈干旱地区的盐渍土经过论证酌情选用。

2 对填料的含盐量及其均匀性应加强施工控制检测，路床以下每

1000m³填料、路床部分每500m³填料应至少作一组测试，每组3个土样，填方不足上列数量时，亦应做一组试件。

3 用石膏土作填料时，应先破坏其蜂窝状结构。

6.7.2 基底(包括护坡道)处治

1 表土不符合表6.7.1的规定时，应挖除；路堤高度小于表6.7.2的规定时，除应将基底土挖除外，并按设计要求换填透水性较好的土。

表 6.7.2 盐渍土地区路堤最小高度

土质类别	高出地面(m)		高出地下水位或地表长期积水(m)	
	弱、中盐渍土	强、过盐渍土	弱、中盐渍土	强、过盐渍土
砾类土	0.4	0.6	1.0	1.1
砂类土	0.6	1.0	1.3	1.4
粘性土	1.0	1.3	1.8	2.0
粉性土	1.3	1.5	2.1	2.3

注：①二级公路最小高度可为表中数值的1.2~1.5倍；

②一级公路、高速公路最小高度可为表中数值的2倍。

2 含水量超过液限的原地基土，应按设计要求将基底以下1m全部换填为透水性材料；含水量介于液限和塑限之间时，应按设计要求换填100~300mm厚的透水性材料；含水量在塑限以下时，可直接填筑粘性土。

3 地下水位以下的软弱土体应按设计要求采用透水性好的粗粒土换填，高度宜高出地下水位300mm以上。

4 在内陆盆地干旱地区，路面为沥青混凝土、水泥混凝土或沥青表处时，应按设计要求在路堤下部设置封闭性隔断层。

5 地表为过盐渍土的细粒土、有盐结皮和松散土层时，应将其铲除，铲除的深度通过试验确定。地表过盐渍土层过厚时，如仅铲除一部分，则应设置封闭隔断层，隔断层宜设置在路床顶以下800mm处；若存在

盐胀现象，隔断层应设在产生盐胀的深度以下。

6.7.3 盐渍土路堤应分层填筑、分层压实，每层松铺厚度不宜大于200mm，砂类土松铺厚度不宜大于300mm。碾压时应严格控制含水量，碾压含水量不宜大于最佳含水量1个百分点。雨天不得施工。

6.7.4 盐渍土路堤的施工，应从基底处理开始，连续施工。在设置隔断层的地段，宜一次做到隔断层的顶部。

6.7.5 地下水位高的粘性盐渍土地区，宜在夏季施工；砂性盐渍土地区，宜在春季和夏初施工；强盐渍土地区，宜在表层含盐量较低的春季施工。

6.7.6 排水

1 施工中应及时合理设置排水设施，路基及其附近不得积水。

2 取土坑底面应高出地下水位至少150mm，底面向路堤外侧应有2%~3%排水横坡。

3 在排水困难地段或取土坑有可能被水淹没时，应在取土坑外采取适当处治措施。

4 在地下水位较高地段，应加深两侧边沟或排水沟，以降低路基下的地下水位。

5 盐渍土地区的地下排水管与地面排水沟渠，必须采取防渗措施。盐渍土地区不宜采用渗沟。

6.8 风积沙及沙漠地区路基施工

6.8.1 施工作业应尽量避免避开风季。注意保护所有标志桩、点，防止被

风刮倒或沙埋。

6.8.2 应遵循边施工边防护的原则，土方施工、防护工程、防沙工程应配套完成。

6.8.3 地表清理时，不得随意破坏路线两侧植被和地表硬壳，注意保护沙漠环境。

6.8.4 流动性沙漠地区，应采用高效并且具有一定防风沙性能的施工机械。路基的填、挖应完成一段，防护一段，确保路基的强度和稳定。

6.8.5 取土和弃土

1 取土坑应设在背风侧路堤坡脚处5m 以外；当必须两侧取土时，应封闭或摊平取土坑。粗砂平地一般不宜取土。

2 取土坑应布设合理，减少对植被和原地貌的大面积破坏，取料结束后应整平，恢复原有植被。

3 弃土应根据地形情况，弃于背风侧低洼处，并大致整平。

6.8.6 填方路堤

1 当基底为非风积沙时，应按设计要求进行换填。

2 风积沙填料应不含有机质、粘土块、杂草和其它有害物质。

3 路堤填筑宜采用水平分层填筑方式，按照横断面全宽推筑。

6.8.7 挖方路基

1 挖方深度大于2m的路基两侧及半填半挖路段两侧路基宜加宽1~2m。

2 流动沙漠路基边坡按设计坡度整平，并按设计要求进行固沙处理。

6.8.8 土工布

- 1 土工布横向搭接宽度应不小于300mm，纵向搭接长度应不小于500mm，搭接部应用有效方法联接。
- 2 土工布展铺好后，宜采用振动压路机静压一遍，增强沙基表层密度，然后方可铺筑垫层。

6.8.9 沙漠路基宜采用振动压实机械进行碾压。沙漠路基压实度可采用表6.8.9规定。

表 6.8.9 沙漠路基压实度标准

填挖类型		路床顶面以下深度 (m)	压实度(%)	
			高速公路、一级公路	其他公路
路 堤	上路床	0~0.30	≥95	≥93
	下路床	0.30~0.80	≥95	≥93
	上路堤	0.80~1.50	≥93	≥90
	下路堤	>1.50	≥90	≥90
零填及挖方路基		0~0.30	≥95	≥93
		0.30~0.80	≥95	≥93

6.8.10 防沙工程

- 1 防沙工程本着“因地制宜、就地取材、因害设防、综合治理”的原则，应注意保护施工区域的天然植被，工程建设和防沙治沙应同步进行。
- 2 采用天然砂砾或粘土等覆盖地表面时，粒径应不大于63mm。
- 3 利用各种草类、截枝条全面铺压或带状铺草、平铺杂草固沙施工时，须用草绳或枝条纵横固结，或者用沙砾压盖，防止风毁。
- 4 草方格应纵横成行、线条清晰。
- 5 栅栏设置应先于固沙方格或同步施工，路基两侧应同时施工，无条

件时，可先施工迎风侧。

6 采用植物固沙法施工时，应严格按设计所要求的树苗(或灌木种类)和设计的种植间距尺寸及布置形式进行栽种。

6.9 季节性冻土地地区路基施工

6.9.1 冻胀路基施工，应根据设计要求和现场调查、核对情况，合理选择施工方法，采取合理有效的抗冻措施。

6.9.2 冻胀路基施工过程中，应经常检查冻害状况，发现冻胀、软弹、变形、纵向横向裂缝及翻浆等病害时应及时处理。

6.9.3 路基填挖交界过渡段基底，根据填、挖段不同的冻胀量进行处理，使挖方终点的冻胀量和填方段的冻胀量基本一致。

6.9.4 路基填料应符合下列规定

1 路床填料宜优先选择矿渣、炉渣、粉煤灰、砂、砂砾石及碎石等抗冻稳定性较好的材料。

2 路床或上路堤采用粉土、粘土填筑时，可按设计要求使用石灰、水泥、土壤固化剂等单独或混合进行稳定处理，填料的改善或处理应根据路基抗冻胀性能要求，结合填料性质经试验确定。

3 冻土、非透水性过湿土不得直接填筑下路堤。

6.9.5 挖方段路基应符合下列规定

1 路床换填

1) 路床地基土挖除、换填深度应符合设计要求。

2) 应分层开挖，一般宜从外侧向内侧挖掘，最后一层应从内向外挖

掘。

3) 使用粗颗粒填料换填时，填料应均匀，小于0.075mm的含量应不大于5%；

4) 采用石灰、水泥对填料进行改性处理时，应搅拌均匀，改性剂的剂量应符合设计要求或经试验确定。

5) 换填应分层填筑，压实度达到规定要求。

2 排水

1) 施工前应完成截水沟，填筑拦水埂，填平坡顶的冲沟、水坑。

2) 施工中，应采取措施阻止边界外的水流入路基中；应保持排水沟通畅，将水迅速排出路基之外。

3) 填挖交界段应设置过渡边沟。

4) 在路基开挖面接近设计标高时，应及时施工地下排水构造物，尽快形成各式沟、管、井、涵等，组成完整、有效的排水系统，严禁路基完成后才进行地下排水构造物施工。

6.9.6 石质挖方、零填路段不宜超挖。超挖或清除软层后的凸凹面，严禁用挖方料和未经稳定处理的混合料回填，岩面凸出部分应凿除，超挖的坑槽及岩石凹面可用贫水泥混凝土浇注，混凝土最小厚度应大于80mm。

6.9.7 非全冻路堤在冻深范围内的填筑应符合下列规定

1 冻深范围内的填土严禁混杂，冻胀性质不同的土，应分层填筑；同一类土的填筑，总厚度不宜小于600mm；抗冻性强的土应填在高层位。

2 同一层土的含水量应基本一致，允许偏差为2个百分点。

3 施工期间每层土顶面应设置不小于2.5%的排水横坡。

6.9.8 全冻路堤施工前，应在路堤两侧先完成排水沟或边沟，应结合永久排水设计完成渗沟、渗井等地下排水设施。

6.10 多年冻土地区路基施工

6.10.1 施工前应核查沿线冻土情况、地面水、地下水以及有无其它的热融（湖、塘）、冰丘、冰锥等不良地质情况，结合设计要求制定施工方案。

6.10.2 施工必须严格遵循保护冻土的原则，使路基施工后仍处于热学稳定状态。

6.10.3 填方路基

1 施工过程中，应采取措施保持路基及周围冻土处于冻结状态。

2 根据设计要求和实际情况对基底应采取换填、设置毛细水隔断层等措施。

3 取土应符合以下规定

1) 宜设置集中取土场，取土位置宜在路堤坡脚500m以外。

2) 斜坡地表上的路堤，取土坑应设在上坡一侧。

3) 取土坑深度不得超过当地多年冻土上限以上土层厚度的80%，坑底应设纵横坡和排水口。

4) 取土坑的外露面，应进行处理。

4 填料

1) 宜选用保温、隔水性能均较好的填料，严禁使用塑性指数大于12、

液限大于32%的细粒土和富含腐殖质的土及冻土。高含冰的土不宜用于路基填料。

2) 采用粘性土或透水性不良土填筑路堤时，应控制土的含水量，碾压时含水量控制在最佳含水量±2个百分点范围内。

3) 通过热融湖（塘）的路堤，水下部分必须用透水性良好的填料填筑，填筑高度应高于最高水位0.5m以上。

5 靠近基底部位有饱冰冻土层且有可能融化时，宜设保温护道和护脚。

6 应根据设计要求采用土工格栅等技术措施，增加路基整体性和强度。

7 路基填筑应分层碾压，压实度应符合本表4.2.2-1 的规定。

6.10.4 挖方路基

1 地下水发育地段，路基边沟应有防渗措施。挡水堰等构造物施工应按设计要求采取加固措施。

2 加固土质边坡的铺砌厚度应满足设计和保温要求。

3 饱冰冻土、含土冰层地段路堑，可根据设计要求换填足够厚度的水稳性好的填料。施工应速度快，保温措施有效。

6.10.5 路基处于其它不良地质地段时，应符合下列规定

1 冰锥、冰丘地段路基施工，应按设计要求做好排水。

2 松软基底两侧宜设反压护道。

3 沼泽冻土地段路堤下部应按设计做好隔离层或隔温层，并保护好两侧地表植被。

4 冻胀丘较重地段，应在上游主流处按设计要求做好地下渗沟，将水引到一定距离外的地面积冰场。

6.11 涎流冰地段路基施工

6.11.1 施工前，应对当地地形、地质、气象，涎流冰的水源、类型及规模、危害情况，当地防治经验等进行调查核对，确定合理的处置措施及施工方案。

6.11.2 施工应尽量减少对原有自然排水系统的影响。在修建排、挡、截等结构物时，不得随意挖掘取土，并注意保留（护）原自然形成的疏水系统。

6.11.3 在冰冻或高寒的涎流冰地区，路基宜选用水稳性良好的砂砾石土作为填料。

6.11.4 采用浆砌片（块）石砌筑的挡冰墙，砌筑砂浆必须密实、饱满，未达到设计强度前不得浸水遭受冻胀破坏。采用干砌时，应采用大块石砌筑。挡冰墙外的聚冰坑应按设计要求进行施工。土质地段的聚冰坑，应按设计要求砌筑，并作好防渗施工。

6.11.5 在施工过程中，应对涎流冰进行监控。

6.11.6 地下排水施工应符合以下规定

1 应按设计要求在冻结深度以下，并在不低于路面以下2m 处做好地下排水设施的隔水层或反滤层。

2 地下排水设施应在路基完工前完成。

3 地下排水结构开挖中，应采用有利于排水的方法分层进行，随时排

出地下渗水和流水。上口通过封闭式渗池与含水层衔接，下口于路基下侧边坡坡面以外排出，出水口应有保温措施。

6.12 雪害地段路基施工

6.12.1 应充分理解和掌握防雪工程的设计意图，进行详细现场勘察，核查公路沿线雪害的类型、范围、规模、分布位置等。

6.12.2 应本着不破坏自然景观及生态环境的原则，采用科学的施工工艺，尽量减少在施工过程中造成额外的公路雪害。及时清理现场，严禁随意破坏地表植被。

6.12.3 雪崩地段施工应制定安全预案。

6.12.4 在修筑高路堤、开挖储雪场及整修山坡的施工中，应及时查明工程地质及水文地质变化，根据实际情况，采取相应措施。

6.12.5 路基排水应充分考虑春季融雪水的渗透作用，根据当地稳定积雪深度及融雪水的情况，采取措施保证路基的稳定及构造物的抗冻融性。路基的纵横向排水、防水系统要完善，保证融雪水顺畅排出。

6.12.6 积雪地段路基及构造物应采用水稳性和抗冻融性较好的材料，对填料的性能指标及其均匀性应加强施工控制检测，保证雪害地段路基及防雪工程的稳定性。

6.12.7 坡面防护施工应适时，防止温度变化、春融雪水作用破坏边坡坡面。

6.12.8 雪崩地段路基施工

1 应配备专门的观测仪器和人员进行监测，及时预报警示山体塌方、

碎石跌落、降雨降雪天气、大量地下水涌出等可能造成的山体变化情况，应制定安全预案，避免施工安全事故。

2 应及时监测和预防施工机械运转震动造成的坍塌、碎落及山体滑坡。

3 在同一个雪崩区，防雪工程应从雪崩源头开始施工，上一个单项工程完成后方可开始相邻的下一个单项工程施工。其他类似工程亦应按此要求依次施工。

4 挖方施工时，应沿等高线开挖水平台阶，按从上到下的顺序开挖台阶，废方堆于台阶下方。

5 稳雪栅栏可沿等高线设置。稳雪栅栏宜设置多排，最高一排栅栏应尽可能在雪崩裂点附近及雪檐下方，应保证基础的稳定性及锚固钢筋的锚固要求，回填土压实度应不小于95%，栅栏与坡面的交角应严格按照设计要求施工。

6 防雪林的布设应从雪崩源头开始到雪崩运动区，从上到下分期种植适合当地环境的速生树种。

7 修筑钢筋混凝土或浆砌圪工防雪走廊时，原地基及回填土压实度应不小于95%。应注意结构物的防水、排水及冻融要求，墙后填土应与山坡相顺接。

6.12.9 风吹雪地段路基施工

1 路基两侧距边坡坡脚不小于30m 范围内的废方及障碍物应清除，并对地表进行整平，否则，应设置防雪设施。

2 根据当地主风向、风速等情况选择取土坑的位置。在单一风向的路

段，取土坑宜设在路堤背风侧，与路堤边坡坡脚最小距离50m。在有
两向交替风作用的路段，宜集中设置取土坑，与路堤边坡坡脚最小距
离100m，施工完成后应将其边坡修成缓坡，使其平行于主风向的断面
平顺通畅。根据需要，填方路堤的取土坑也可用作储雪场。

3 风吹雪路段路基弃方位置，应位于背风坡一侧、大于100m 的低地
或距路堑坡顶的距离不小于100m，并应将其整理平顺。

4 石方路堑（包括积雪平台）超挖处理应符合以下规定

1) 严禁使用劣质开山料或覆盖土回填；

2) 超挖回填部分应选用水稳性和抗冻融性好的材料，压实度符合表
4.2.2-1 的规定。

3) 超挖部分不规则或超挖深度超过80mm时，应用混凝土填补找平。

4) 边坡、积雪平台应按以上要求施工整理，并设向路基坡脚外2%的
坡度，应将积雪平台内进行硬化处理。

5 土质路堑或遇水崩解软化的风化泥质页岩类路堑的路床（包括积雪
平台）压实度应符合表4.2.2-1 的规定，积雪平台应设向外2%的坡度，
路基边坡应严格按防雪设计要求施工，将废方或障碍物清理到设计指
定的位置。

6 挖方路基边坡一般不陡于1:4。当外侧剩余台地工程量不大时，宜
全部挖除。

6.13 滑坡地段路基施工

6.13.1 滑坡地段施工前，应制定应对滑坡或边坡危害的安全预案，

施工过程中应进行监测。

6.13.2 滑坡整治宜在旱季施工。需要在冬季施工时，应了解当地气候、水文情况，严格按照冬季施工的有关规定实施。

6.13.3 路基施工应注意对滑坡区内其它工程和设施的保护。在滑坡区内有河流时，应尽量避免因滑坡工程的施工使河流改道或压缩河道。

6.13.4 滑坡整治，应及时采取技术措施封闭滑坡体上的裂隙，应在滑坡边缘一定距离外的稳定地层上，按设计要求并结合实际情况修筑一条或数条环形截水沟，截水沟应有防渗措施。

6.13.5 施工时应采取措施截断流向滑坡体的地表水、地下水及临时用水。

6.13.6 滑坡体未处理之前，严禁在滑坡体上增加荷载，严禁在滑坡前缘减载。

6.13.7 滑坡整治完成后，应及时恢复植被。

6.13.8 采用削坡减载方案整治滑坡时，减载应自上而下进行，严禁超挖或乱挖，严禁爆破减载。

6.13.9 采用加填压脚方案整治滑坡时，只能在抗滑段加重反压，并且做好地下排水，不得因为加填压脚土而堵塞原有地下水出口。

6.13.10 抗滑支挡工程施工

1 采用不同类型抗滑支挡结构整治措施时，应有合理的施工方法和施

工程序。在上

一道工序未达到设计要求之前，不得进行下一道工序。

2 首件工程施工中，应核查实际地质情况并进行地质编录。

3 当墙后有支撑渗沟及排水工程时，应先期施工。

4 抗滑支挡结构物的尺寸和位置应符合设计要求，严禁擅自减小结构尺寸、减短抗

滑桩桩长、减短锚索长度等。

5 施工中遇到异常地质情况时，应会同有关单位进行处理。

6 各种支挡结构的基础必须置于滑动面以下，并嵌入稳定地层。

7 开挖基坑时，应分段跳槽施工，并应加强支撑，随挖随砌，及时回填。

6.13.11 降雨前后及降雨过程中，应加强对施工现场的检查巡视。

6.14 崩塌与岩堆地段路基施工

6.14.1 崩塌与岩堆地段路基施工中，必须采取有效措施，预防岩石塌落，确保安全。

6.14.2 施工中必须按设计要求做好截、排水、防渗设施，处理好岩堆地段的渗入水及地下水。

6.14.3 岩堆地区路基施工，不宜扰动岩堆体、破坏原有的边坡。填筑路基时，不宜使用振动碾压设备。

6.14.4 对单个危岩，应根据地形和岩层情况采用相应的处理措施。

地面坡度陡于1:1.5时，应对较大孤石进行处理。

6.14.5 在岩堆上进行路堤施工，应清除表层堆积物并挖台阶。

6.14.6 在较大而稳定性较好的岩堆上修筑路基，应按设计要求采取治理岩堆的措施，可注入水泥砂浆、修建护面墙、挡土墙等。对较大而稳定性较差的岩堆，应按设计要求采用综合治理措施，可先修筑下挡墙，再分阶梯形成边坡或修筑护面墙，然后在岩堆体内分段注入水泥砂浆等。

6.15 泥石流地区路基施工

6.15.1 施工前，应结合设计，详细调查泥石流的成因、规模、特征、活动规律、危

害程度等相关情况，核实泥石流形成区、流动区和堆积区，确定适宜的施工方案。

6.15.2 泥石流地区路基施工，应设置专职巡查人员，监测泥石流动态，遇有异常情况应及时处理，确保施工安全。

6.15.3 采用桥梁形式跨越泥石流地段时，应按设计要求采取防护加固措施。

6.15.4 采用排泄道、排导沟、明洞、涵洞、渡槽等排导功能为主的结构进行泥石流处治时，排导构造物应符合下列规定

- 1 排导构造物基础应牢固，强度、断面与高度应符合设计要求。
- 2 排导构造物平面线形应圆滑、渐变，上下游应有足够长的衔接段，

行进段沟槽不宜过分压缩，出口不宜突然放宽。流向改变处的转折角不宜超过 15° ，避免因急弯突然收缩和扩大而造成淤塞。

3 排导构造物行进段和出口段的纵坡应满足设计要求或大于沟槽的淤积平衡坡度。

6.15.5 永久性调治构造物采用浆砌片（块）石时，应采用质地坚硬、不易风化的片（块）石，基础应置于设计要求的深度，强度符合设计要求。

6.15.6 利用植被治理泥石流时，植物物种应选择生长期短、见效快、根须发达，适宜本地区生长的品种。

6.16 岩溶地区路基施工

6.16.1 施工前，应结合设计详细核查岩溶分布、地形、地表水、地下水活动规律及设计处治方案的可行性和完整性，严禁随意堵塞溶洞。

6.16.2 在路基边坡上的干溶洞，应清除洞内沉积物并用干砌或浆砌片石堵塞。

6.16.3 路基上方的溶泉或壅水，应按设计先做好排水涵（管）。

6.16.4 路基基底下的干溶洞，可结合设计要求采取以下措施：

1 铲除溶洞石笋，整平基底，直接用砂砾石、碎石、干（浆）砌片石等回填密实。

2 当溶洞顶板太薄或者顶板较破碎，按设计要求进行加固时，应严格控制加固质量，确保强度。

3 当溶洞顶板较完整、厚度较大时，应根据设计要求，确定处理方案。

4 采用桥涵跨越通过时，桥涵基础必须置于有足够承载能力的稳定地基上。

6.16.5 路基基底下有溶泉或雍水，应采取排导措施保证路基不受浸害；当修建水泥混凝土、沥青路面等路面时，应按设计要求采取措施防止因温差作用而使水汽上升，聚集在路面基层下。

6.16.6 应对路基基底范围内的石笋、石牙进行处理。

6.16.7 流量大的暗洞及消水洞，用桥涵跨越时，应确保基础稳定。

6.17 采空区路基施工

6.17.1 施工前，应结合设计详查路幅内采空区类型（平洞、竖井或斜井）、水文地质、地下水高度和顶板地层厚度，复核设计方案的可行性，编制施工组织设计，完善处治措施。

6.17.2 路基边沟及排水沟底部，应采取防止地表水渗漏到采空区内。

6.17.3 采空区路基基底采用砂砾石、碎石、干（浆）砌片石等回填时，填料质量和填筑压实度应符合设计要求，片石强度满足设计要求。

6.17.4 开挖回填处治采空区，应按设计要求的处理长度、宽度、深度进行处理。

6.17.5 采空区采用充填注浆处理时，处理后地基应满足设计对沉降稳定的要求。

6.18 沿河、沿溪地区路基施工

6.18.1 沿河沿溪地区路基施工应根据设计要求和现场情况，合理选择施工方法。

6.18.2 路基弃方应妥善处理，严禁向河中倾弃。

6.18.3 受水位涨落影响及常水位以下路堤，宜用水稳性好、不易风化的透水性材料填筑，粒径不宜大于300mm。

6.18.4 沿河、沿溪地区的高填方、半挖半填、拓宽路段的新老界面应按设计要求采取措施保证路基稳定，峡谷地段宜采用石质填料。

6.18.5 路基边坡有潜水或渗水层时，应参照第5章有关规定按设计要求设置排水设施，将水引出路基范围之外。

6.19 水库地区路基施工

6.19.1 库区路基施工，应采取措施减少对水库水体及周围环境的污染。

6.19.2 库区路基施工应根据设计线位与库岸的位置关系，合理选择施工方法。

6.19.3 沿水库边缘修筑的路基，或路基离岸10m以内时，应按设计要求预先对库岸进行防护。

6.19.4 路堤填料宜选择透水性较好的材料。

6.19.5 边坡防护材料应采用强度较高，不易风化的硬质石料。在冰冻地区的护坡采用片石防护时，应选择抗冻性好的石料。在水库上游地段，护坡基础埋深应符合设计要求。

6.19.6 库区浸水路堤施工

- 1 填料应采用不易风化的硬质石料。
- 2 路堤外侧边坡的码砌厚度应满足设计要求，码砌石块粒径宜大于300mm，错缝台阶式砌筑，块体紧贴边坡、块体接触面向内倾斜，路堤边坡符合设计要求。
- 3 路基较高且浸水较深的路段，可在靠水库库心一侧的迎水坡面护脚上设置片石石垛，石块尺寸应不小于码砌厚度。

6.20 滨海地区路基施工

6.20.1 滨海地区路基施工应根据设计要求和现场水文地质情况，合理选择施工方法。

6.20.2 滨海地区路基应采用水稳性较好的填料填筑。

6.20.3 斜坡式路堤

- 1 应采取措施保证路堤填料不被海流冲移、浸蚀。
- 2 护坡采用条石、块石或混凝土人工块体、土工合成材料时，所采用的材料质量必须满足相关要求，坡面平整，块体接触面向内倾斜，紧贴坡面。
- 3 胸墙应在路堤的沉降基本完成以后再修筑。

6.20.4 直墙式路堤

- 1 直墙式路堤应采用石块填筑，石块的大小应以石块能够沉达到位，且能确保路堤安全稳定为原则。
- 2 采用抛石方法形成的明基床或暗基床应满足设计要求。在非岩性地

基上的基床厚度应满足设计要求。在岩性地基上的基床厚度应满足设计要求。