

第一天

闻鸡起舞

2B310000 公路工程施工技术

2B311000 路基工程

考试目的

本章包括路基工程施工技术，特殊路基施工技术，路基防护与支挡，路基试验检测技术和路基施工测量方法，路基工程质量通病及防治措施。其中，考生在学习过程中，应重点掌握路基类型、原地基处理要求、路基填料的选择、土质路堑施工技术、路基雨期与冬期施工、路基改建施工、路基排水设施施工、软土路基施工、滑坡防治的工程措施、滑坡地段路基施工、路基施工测量方法、路基压实质量问题的防治、路基网裂病害及防治措施等知识点。其中滑坡地段路基施工为常考点，路基改建施工是新版大纲新增内容，必须重点记忆。

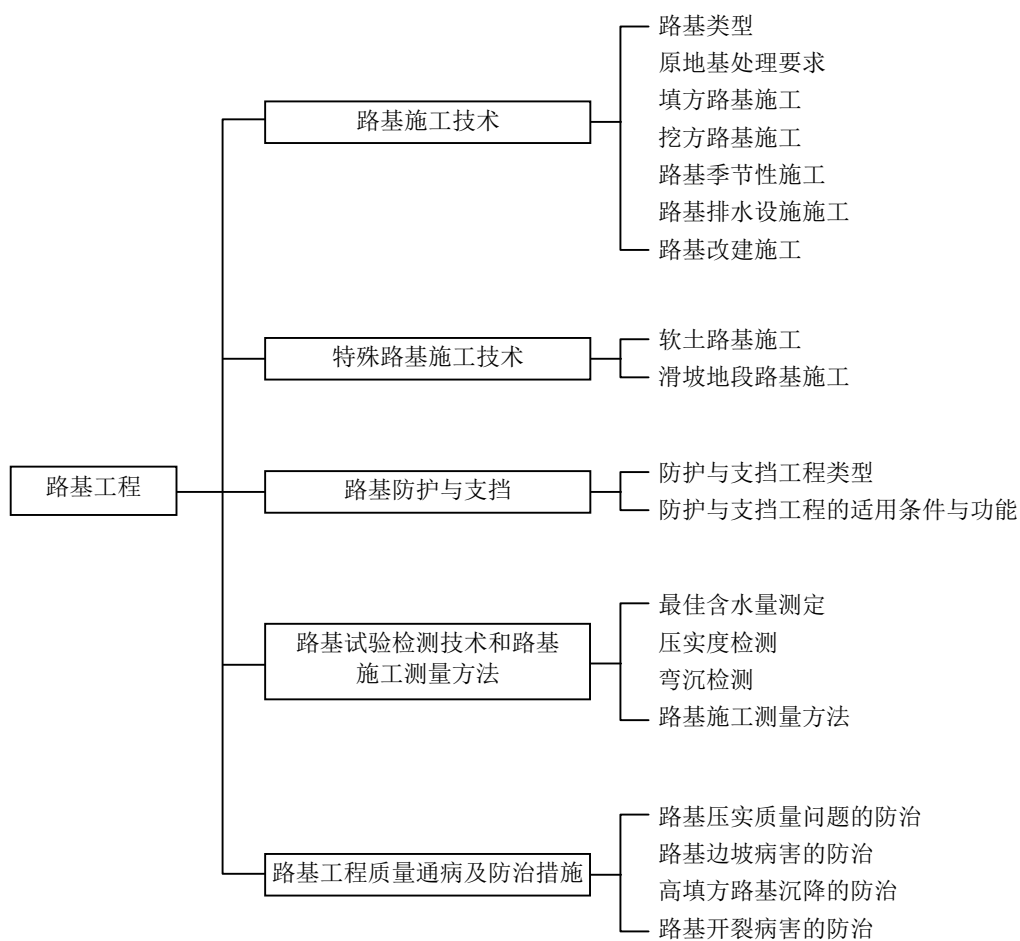
主要考点

考点	学时数（共计 6 学时）
路基施工技术（掌握）	3
特殊路基施工技术（掌握）	1
路基防护与支挡（掌握）	1
路基试验检测技术和路基施工测量方法（熟悉）	0.5
路基工程质量通病及防治措施（熟悉）	0.5

考情分析

本章单选题、多选题出题几率比较大，考查知识点均衡全面，既考查对知识点的记忆，又考查对知识点的理解和运用。案例分析题部分会涉及本章知识点，如路基的基本知识，有时会与其他章节穿插进行考核。

学习导览图



2B311010 路基施工技术（掌握）（3 学时）

2B311011 路基类型

1. 一般路基干湿类型

路基的干湿类型表示路基在最不利季节的干湿状态，分为干燥、中湿、潮湿和过湿四类。原有公路路基的干湿类型，可以根据路基的分界相对含水量或分界稠度划分；新建公路路基的干湿类型可以用路基临界高度来判别。

2. 特殊路基类型

特殊路基主要有软土地区路基、滑坡地段路基、岩坍与岩堆地段路基、泥石流地区路基、岩溶地区路基、多年冻土地区路基、黄土地区路基、膨胀土地区路基、盐渍土地区路基、沙漠地区路基、雪害地段路基、涎流冰地段路基等。

（1）软土地区路基

以饱水的软弱黏性土沉积为主的地区称为**软土地区**。软土包括饱水的软弱黏性土和淤泥。在软土地基上修建公路时，容易产生路堤失稳或沉降过大等问题。我国沿海、沿湖、沿河地带都有广泛的软土分布。

（2）滑坡地段路基

滑坡是指在一定的地形地质条件下，由于各种自然的和人为的因素影响，山坡的不稳定土（岩）体在重力作用下，沿着一定的软弱面（带）作整体的、缓慢的、间歇性的滑动变形现象。滑坡有时也具有急剧下滑现象。

（3）膨胀土地区路基

膨胀土系指土中含有较多的黏粒及其他亲水性较强的蒙脱石或伊利石等黏土矿物成分，且有遇水膨胀、失水收缩的特点，是一种特殊膨胀结构的黏质土。多分布于全国各地二级及二级以上的阶地与山前丘陵地区。



考情提醒：路基类型是本节的考试重点。

2B311012 原地基处理要求

（1）路基用地范围内的树木、灌木丛等均应在施工前砍伐或移植清理，砍伐的树木应移置于路基用地之外，进行妥善处理。

（2）路堤修筑范围内，原地面的坑、洞、墓穴等，应用原地土或砂性土回填，并按规定进行压实。

（3）原地基为耕地或松土时，应先清除有机土、种植土、草皮等，清除深度应达到设计要求，

一般不小于 15cm，平整后按规定要求压实。

(4) 基底原状土的强度不符合要求时，应进行换填，换填深度应不小于 30cm，并分层压实到规定要求。

(5) 基底应在填筑前进行压实。高速公路、一级公路、二级公路路堤基底的压实度应符合原设计要求，当路堤填土高度小于路床厚度（80cm）时，基底的压实度不宜小于路床的压实度标准。

(6) 当路堤基底横坡陡于 1:5 时，基底坡面应挖成台阶，台阶宽度不小于 1m，并予以夯实。

2B311013 填方路基施工

1. 路基填料的选择（重点）



专家点拨：用于公路路基的填料要求挖取方便，压实容易，强度高，水稳定性好。其中强度要求是按 CBR 值确定，应通过取土试验确定填料最小强度和最大粒径。

(1) 土石材料

巨粒土，级配良好的砾石混合料是较好的路基填料。

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。

石质土，如碎（砾）石土、砂土质碎（砾）石及碎（砾）石砂（粉粒或粘粒土），粗粒中的粗、细砂质粉土，细粒土中的轻、重粉质黏土都具有较高的强度和足够的水稳定性，属于较好的路基填料。

砂土可用作路基填料，但由于没有塑性，受水流冲刷和风蚀时易损坏，在使用时可掺入黏性大的土。

轻、重黏土不是理想的路基填料。

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。

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。

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。

用湿黏土、红黏土和中、弱膨胀土作为填料直接填筑时，应符合：

1) 液限在 40%~70%、塑性指数在 18~26；

2) 采用湿土法制作试件，试件的 CBR 值满足规范的规定；

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。

填石路堤填料应符合：

1) 路堤填料粒径应不大于 500mm，且不宜超过层厚的 2/3，不均匀系数宜为 15~200。路床

底面以下 400mm 范围内，填料粒径应小于 150mm。

2) 路床填料粒径应小于 100mm。

土石路堤填料应符合：

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 $\frac{2}{3}$ ；石料为强风化石料或软质石料时，其 CBR 值应符合规范的规定，石料最大粒径不得大于压实层厚。

(2) 工业废渣

在使用过程中应注意避免造成环境污染。



考情提醒：路基填料的选择是考试重点内容。

2. 土方路堤施工技术

(1) 填筑要求

1) 性质不同的填料，应水平分层、分段填筑，分层压实。

2) 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。

8) 土质路基压实度应符合表 2B311013-1 的规定。

表 2B311013-1 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	—

 **专家点拨：**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) 填筑方法

土方路堤填筑作业常用推土机、铲运机、平地机、挖掘机、装载机机械按以下几种方法作业。

1) 分层填筑法：可分为水平分层填筑法与纵向分层填筑法。

①水平分层填筑法：填筑时按照横断面全宽分成水平层次，逐层向上填筑。

②纵向分层填筑法：依路线纵坡方向分层，逐层向坡向填筑。宜用推土机从路堑取土填筑距离较短的路堤。

2) 竖向填筑法：从路基一端或两端按横断面全部高度，逐步推进填筑。填土过厚，不易压实。仅用于无法自下而上填筑的深谷、陡坡、断岩、泥沼等机械无法进场的路堤。

3) 混合填筑法：路堤下层用竖向填筑，而上层用水平分层填筑。

 **专家点拨：**混合填筑法适用于因地形限制或填筑堤身较高，不宜采用水平分层法或竖向填筑法自始至终进行填筑的情况。

3. 填石路基施工技术

(1) 填料要求

1) 路堤施工前，应先修筑试验路段，确定松铺厚度、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。

4) 岩性相差较大的填料应分层或分段填筑。

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。

6) 压实机械宜选用自重不小于 18 吨的振动压路机。

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。

8) 填石路堤的压实质量标准如表 2B311013-2 所示。

表 2B311013-2 填石路堤的压实质量标准

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

水
—
泥

填石路堤压实质量采用压实沉降差或孔隙率进行检测,孔隙率的检测应采用水袋法进行。

(2) 填筑方法

1) 竖向填筑法(倾填法)。主要用于二级及二级以下且铺设低级路面的公路在陡峻山坡施工特别困难或大量爆破以挖做填路段,以及无法自下而上分层填筑的陡坡、断岩、泥沼地区 and 水中作业的填石路堤。竖向填筑法施工路基压实、稳定问题较多。

2) 分层压实法(碾压法)是普遍采用并能保证填石路堤质量的方法。该方法自下而上水平分层,逐层填筑,逐层压实。高速公路、一级公路和铺设高级路面的其他等级公路的填石路堤采用此方法。

 **专家点拨:** 填石路堤将填方路段划分为四级施工台阶、四个作业区段、八道工艺流程进行分层施工。四级施工台阶是:在路基面以下 0.5m 为第 1 级台阶,0.5~1.5m 为第 2 级台阶,1.5~3.0m 为第 3 级台阶,3.0m 以下为第 4 级台阶。四个作业区段是:填石区段、平整区段、碾压区段、检验区段。八道工艺流程是:施工准备、填料装运、分层填筑、摊铺平整、振动碾压、检测签认、路基成型、路基整修。

3) 冲击压实法。冲击压实法利用冲击压实机的冲击碾周期性、大振幅、低频率地对路基填料进行冲击,压密填方;强力夯实法用起重机吊起夯锤从高处自由落下,利用强大的动力冲击,迫使岩土颗粒位移,提高填筑层的密度和地基强度。

4) 强力夯实法。强夯法与碾压法相比,只是夯实与压实的工艺不同,而填料粒径控制、铺填厚度控制都要进行,强夯法控制夯击数,碾压法控制压实遍数,机械装运摊铺平整作业完全一样,强夯法须进行夯坑回填。

4. 土石路堤施工技术

(1) 填料要求

1) 压实机械宜选用自重不小于 18 吨的振动压路机。

2) 土石路堤不得倾填。

3) 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。

(2) 填筑方法

土石路堤不得采用倾填方法,只能采用分层填筑,分层压实。

2B311014 挖方路基施工

1. 路堑施工工艺流程



考情提醒: 挖方路基施工为考试常考内容。

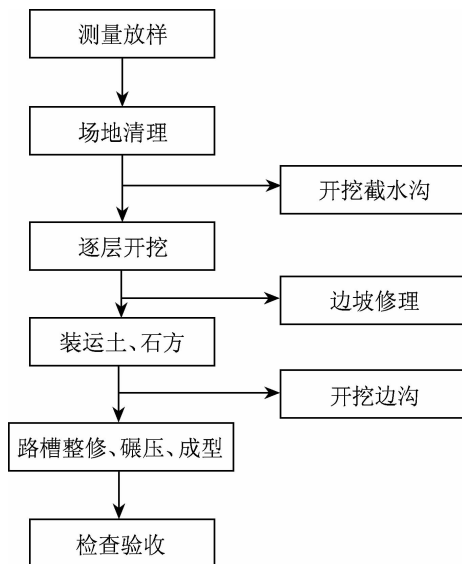


图 2B311014-1 路堑施工工艺流程图

2. 土质路堑施工技术

(1) 路堑的开挖方法

根据路堑深度、纵向长短及现场施工条件，有横向挖掘法、纵向挖掘法和混合式挖掘法等几种基本方法。

(2) 推土机开挖土质路堑作业

推土机具有操作灵活、运转方便、所需工作场地小、短距离运土效率高等特点，既可独立作业，也可配合其他机械施工。推土机开挖土方作业由切土、运土、卸土、倒退（或折返）、空回等过程组成一个循环。影响作业效率的主要因素是切土和运土两个环节。

(3) 挖掘机械

正铲挖掘机挖装作业灵活，回转速度快，工作效率高，特别适用于与运输车辆配合开挖土方路堑。

3. 石质路堑施工技术

(1) 开挖方式

1) 钻爆开挖：是当前广泛采用的开挖施工方法。有薄层开挖、分层开挖（梯段开挖）、全断面一次开挖和特高梯段开挖等方式。

2) 直接应用机械开挖：该方法没有钻爆工序作业，不需要风、水、电辅助设施，简化了场地布置，加快了施工进度，提高了生产能力。但不适于破碎坚硬岩石。

3) 静态破碎法：将膨胀剂放入炮孔内，利用产生的膨胀力，缓慢作用于孔壁，经过数小时至24h达到300~500MPa的压力，使介质裂开。

(2) 石质路堑爆破施工方法

1) 常用爆破方法

- ①光面爆破。
- ②预裂爆破。
- ③微差爆破。
- ④定向爆破。
- ⑤洞室爆破。

 **专家点拨：**洞室爆破有抛掷爆破、定向爆破、松动爆破三种方法，其中抛掷爆破有平坦地形的抛掷爆破、斜坡地形路堑的抛掷爆破、斜坡地形半路堑的抛坍爆破三种形式。

2) 综合爆破施工技术

一般包括小炮和洞室两大类。小炮主要包括钢钎炮、深孔爆破等钻孔爆破；洞室炮主要包括药壶炮和猫洞炮，随药包性质、断面形状和微地形的变化而不同。

2B311015 路基季节性施工

1. 路基雨期施工技术

(1) 雨期施工地段的选择

1) 雨期路基施工地段一般应选择丘陵和山岭地区的砂类土、碎砾石和岩石地段，以及路堑的弃方地段。

2) 重黏土、膨胀土及盐渍土地段不宜在雨期施工；平原地区排水困难，不宜安排雨期施工。

(2) 雨期填筑路堤

1) 填料应选用透水性好的碎（卵）石土、沙砾、石方碎渣和砂类土等。

2) 雨期填筑路堤需借土时，取土坑的设置应满足路基稳定的要求。

3) 路堤应分层填筑，路堤填筑的每一层表面应设 2%~4% 的排水横坡。当天填筑的土层应当天或雨前完成压实。

4) 在已填路堤路肩处，应采取设置纵向临时挡水土埂、每隔一定距离设出水口和排水槽等措施，引排雨水至排水系统。



考情提醒：路基雨期施工技术是本章重点内容。

(3) 雨期开挖路堑

1) 雨期路堑施工宜分层开挖，每挖一层均应设置纵横排水坡，使水排放畅通。

2) 挖方边坡不宜一次挖到设计坡面，应预留一定厚度的覆盖层，待雨期过后再修整到设计坡面。

3) 雨期开挖路堑，当挖至路床顶面以上 300~500mm 时应停止开挖，并在两侧挖好临时排水沟，待雨期过后再施工。

4) 雨期开挖岩石路基，炮眼宜水平设置。

2. 路基冬期施工技术

在反复冻融地区，昼夜平均温度在 -3°C 以下，连续10天以上时，进行路基施工称为路基冬期施工。当昼夜平均温度虽然上升到 -3°C 以上，但冻土未完全融化时，亦应按冬期施工。

(1) 路基工程不宜冬期施工的项目

1) 高速公路、一级公路的土质路堤和地质不良地区二级及二级以下公路路堤不宜进行冬期施工。

2) 河滩低洼地带，可被水淹没的填土路堤不宜冬期施工。

3) 土质路堤路床以下1m范围内，不得进行冬期施工。

4) 半填半挖地段、挖填方交界处不得在冬期施工。

(2) 冬期填筑路堤

1) 冬期施工的路堤填料，应选用未冻结的砂类土、碎石、卵石土、石渣等透水性良好的材料。不得用含水量过大的黏性土。

2) 冬期填筑路堤，应按横断面全宽平填，每层松铺厚度应比正常施工减少20%~30%，且松铺厚度不得超过300mm。当天填土应当天完成碾压。

3) 中途停止填筑时，应整平填层和边坡并进行覆盖防冻，恢复施工时应将表层冰雪清除，并补充压实。

4) 当填筑标高距路床底面1m时，碾压密实后应停止填筑，在顶面覆盖防冻保温层，待冬季过后整理复压，再分层填至设计标高。

5) 冬期过后必须对填方路堤进行补充压实，压实度应达到规范相关要求。

(3) 冬期挖方路基

1) 挖方边坡不得一次挖到设计线，应预留一定厚度的覆盖层，待到正常施工季节后再修整到设计坡面。

2) 路基挖至路床顶面以上1m时，完成临时排水沟后，应停止开挖，待冬期过后再施工。

3) 河滩地段可利用冬期水位较低，开挖基坑修建防护工程，但应采取措施保证工程质量。

4) 冬期施工开挖路堑表层冻土的方法。

①爆破冻土。

②机械破冻法。

③人工破冻法。



考情提醒：路基冬期施工技术是本章考试重点内容。

2B311016 路基排水设施施工

路基工程施工前应做好原地面临时排水设施，并与永久排水设施相结合。排走的雨水不得流入农田、耕地，亦不得引起水沟淤积和路基冲刷。当地下水位较高时，应采取疏导、堵截、隔离等工程措施。

1. 路基排水分类

路基排水分排地面水和排地下水两大类。

2. 路基地下水排水设施的施工要点

(1) 边沟

1) 边沟设置于挖方地段和填土高度小于边沟深度的填方地段。

2) 边沟沟底纵坡应衔接平顺。

3) 土质地段的边沟纵坡大于 3% 时, 应采取加固措施。

4) 路堤靠山一侧的坡脚应设置不渗水的边沟。

(2) 截水沟

1) 截水沟应根据地形条件及汇水面积等进行设置。挖方路基的堑顶截水沟应设置在坡口 5m 以外, 并宜结合地形进行布置。填方路基上侧的路堤截水沟距填方坡脚的距离, 应不小于 2m。

2) 截水沟应先施工, 与其他排水设施应衔接平顺。

3) 截水沟的出水口必须与其他排水设施平顺衔接。

4) 截水沟应按设计要求进行防渗及加固处理。



考情提醒: 路基排水设施施工是考试常考点, 学习时也需注意。

(3) 排水沟

1) 将边沟、截水沟、取(弃)土场和路基附近低洼处汇集的水引向路基以外时, 应设置排水沟。

2) 排水沟线形要平顺, 转弯处宜为弧线形, 其半径不宜小于 10m, 排水沟长度根据实际需要而定, 通常不宜超过 500m。

(4) 跌水与急流槽

1) 水流通过坡度大于 10%, 水头高差大于 1.0 的陡坡地段, 或特殊陡坎地段时, 宜设置。

2) 急流槽片石砌缝应不大于 40mm, 砂浆饱满, 槽底表面粗糙。

3) 急流槽底的纵坡应与地形相结合, 进水口应予防护加固, 出水口应采取消能措施。

4) 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) 蒸池

1) 气候干旱且排水困难的地段, 可利用沿线的取土坑或专门设置蒸发池汇集地表水。

2) 蒸发池与路基之间的距离应满足路基稳定要求。

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) 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。



专家点拨: 当路基范围内出露地下水或地下水位较高, 影响路基、路面强度或边坡稳定时, 应设置排水沟、暗沟(管)、渗沟、渗井、检查井等地下水排水设施。

3. 路基地下水排水设施的施工要点

(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。

(2) 渗沟

- 1) 渗沟及渗井用于降低地下水位或拦截地下水。
- 2) 各类渗沟均应设置排水层、反滤层和封闭层。
- 3) 填石渗沟只宜用于渗流不长的地段。
- 4) 管式渗沟适用于地下水引水较长、流量较大的地区。
- 5) 洞式渗沟适用于地下水流量较大的地段。

6) 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。沟壁应设反滤层，其余部分用透水性材料填充。

7) 支撑渗沟是用来支撑可能滑动不稳定的土体或山坡，并排除滑动面（滑动带）附近的地下水和疏干潮湿土体的一种地下排水设施。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。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。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。

8) 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石、砾石分层填筑。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。

9) 渗沟基底应埋入不透水层，如渗沟沟底不能埋入不透水层，两侧沟壁均应设置反滤层。

10) 渗沟顶部应设置封闭层。

11) 渗沟宜从下游向上游开挖。

 **专家点拨：**填石渗沟石料应洁净、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。

(3) 渗井

1) 渗沟渗井用于降低地下水位或拦截地下水。当地下水埋藏较深或有固定含水层时，宜采用渗井。

2) 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。

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。

(4) 检查、疏通井

1) 深而长的暗沟（管）、渗沟及渗水隧洞，在直线段每隔一定距离及平面转弯、纵坡变坡点等处，宜设置检查井、疏通井。

2) 检查井内应设检查梯，井口应设井盖，兼起渗井作用的检查井的井壁，应设置反滤层。

3) 检查井一般采用圆形, 内径不小于 1.0m, 在井壁处的渗沟底应高出井底 0.3~0.4m, 深度大于 20m 的检查井, 除设置检查梯外, 还应设置安全设备。井口顶部应高出附近地面约 0.3~0.5m, 并设井盖。

2B311017 路基改建施工



考情提醒: 路基改建施工内容为新增内容, 需重点掌握。

1. 路基加宽施工技术要点

(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《公路路基施工技术规范》FTGF10—2006 有关条款处理。

(4) 老路堤与新路堤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, 垫层材料一般为沙砾或碎石, 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沙砾、碎石等填料。



考情提醒: 路基加宽施工技术要点为本节重点内容。

2. 路基加高施工技术要点

(1) 改建中加高路基, 首先用铲运机将边坡的表层去掉, 去掉边坡内有砂、碎石、砾石及其他与土的物理特性不符的材料。然后再分层填筑到要求的宽度和高度。

(2) 当路基加高的数值略大于路面的设计厚度时, 将旧路面挖去, 用其旧石料来加固路肩和用作路基上层的填料。

(3) 如果路基内 0.5mm 以下的高塑性石灰石颗粒超过 20%~30%, 最好掺进 20%~25% 的砂, 并在路基全宽拌匀和压实。对于旧路路面的碎石材料, 再加进一些本地的低活性黏结料(如粉煤灰、石灰、炉渣、水泥灰、天然沥青砂等), 可作为路面的垫层。

(4) 旧路槽恢复完之后必须整形, 做成不小于 4% 的双向横坡, 然后再分层填筑, 达到设计高程。为了确保压实度, 使之与经过长期营运的旧路基相适应, 每层填土的厚度应比规范小 10%~20% 之间。

3. 新旧路基连接部处治技术要点

(1) 清除地表植物、有机土、种植土及不符合强度要求的原土后, 按规定进行压实, 并进行密实度检验, 使之符合施工验收规范及检评标准。

(2) 严格按照施工规范中对新老路基衔接的要求开挖台阶 (如图 2B311017-1 所示), 更利于新老路基的结合。

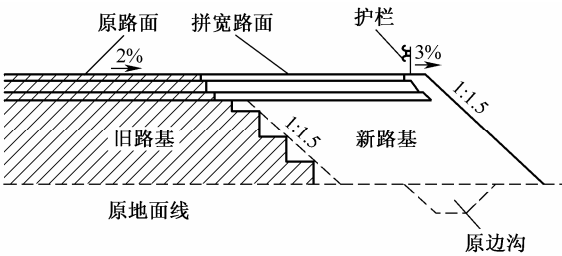


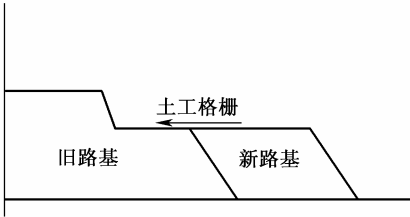
图 2B311017-1 路基拼接示意图

专家点拨: 在部分填方较高的路段应采取逐步开挖的方式施工, 同时做好排水与安全防护工作。

(3) 如果原有路肩质量较差, 达不到设计要求, 则应将土路肩翻晒或掺灰重新碾压, 以达到质量要求。可以采用修建试验路来改进路基开挖台阶的方案, 即由从土路肩开始下挖台阶, 改为从硬路肩开始下挖台阶。这种改进方案可以消除老路基边坡压实度不足的弊病, 加强新老路基的结合程度, 减少新老路基结合处的不均匀沉降。

(4) 严格控制新老路基结合带的压实度, 对新老路基结合带 (大型压路机的压实施工死角) 用打夯机分薄层填筑压实, 必要时可采用冲击碾加强压实。

(5) 在路槽纵向开挖的台阶上铺设跨施工缝的土工格栅, 以加强新老路基的横向联系, 减少裂缝反射。土工格栅的宽度不宜小于 2m, 且跨在老路基一侧的格栅宽度宜为其总宽度的 1/3~1/2, 如图 2B311017-2 所示。



2B311017-2 土工格栅布置示意图

(6) 当路堑深小于 2m 时, 先将边坡的种植土挖去。当路堑深大于 6m 时, 先填平边沟并压实, 然后从边坡上方切土运走, 逐次下移, 最后底部开始处理边坡, 并对加宽的土基路肩进行加固处理。

4. 地基处治与路基填料

(1) 低路堤地基处治

对于低路堤, 当地基土不是十分软弱时, 新拓宽段地基部分可以按一般路基进行填筑, 必要时可进行换填和加固。施工中应尽量利用原状土结构强度, 不扰动下卧层。

长—



专家点拨：在路基填筑时，如有必要可铺设土工或格栅土工布，以加强路基的整体强度及板体作用，防止路基不均匀沉降而产生反射裂缝。

(2) 高路堤地基处治

高路堤拓宽部分地基必须进行特殊处理。如果高路堤拓宽部分为软土地基，就应采取措施加强处治。施工中为了确保路基稳定、减少路基工后沉降，对高路堤拓宽可采取粉喷桩、砂桩、塑料排水体、碎石桩等处理措施，并配合填筑轻型材料。在高路堤的处治过程中，不宜单独采用只适合于浅层处治以及路基填土较低等情况的换填砂石或加固土处治。

高路堤路基一侧拓宽时，应防止新路基失稳，防止施工过快，使路基滑动。高路堤拓宽时，一定要进行路基稳定性验算，采取有效措施，防止路基失稳。

(3) 新路基填料

采用粉煤灰、石灰等轻质填料填筑的路堤，不仅可以降低新路堤的自重，减小路堤的压缩变形，而且还可以提高新路堤的强度和刚度，减小路基在行车荷载作用下的塑性累积变形。轻质填料路堤同时起到了减小新旧路基间刚度差异和不均匀沉降的作用，从理论和工程实践分析，是旧路加宽方案中较为理想的一种措施。

沙砾石可压缩性较小，采用沙砾石填料可大大减小路堤的压缩变形，提高承载力。如石料来源紧张，可用砖渣等代替，同时还可采用隔层填筑的方法，即每填筑4~5层土后，再用碎砖灰土填筑一层，起补强作用，使填料更具整体性。

2B311020 特殊路基施工技术（掌握）（1学时）

2B311021 软土路基施工

1. 软土的工程特性

淤泥、淤泥质土及天然强度低、压缩性高、透水性小的一般黏性土统称为**软土**。

抗剪强度低，具有触变性，流变性显著。

对于高速公路，标准贯击次数小于4，无侧限抗压强度小于50kPa，含水量大于50%的黏性土和标准贯击次数小于4，且含水量大于30%的砂性土统称为软土。

应充分考虑路堤填筑荷载引起软基滑动破坏的稳定问题和量大且时间长的沉降问题。



考情提醒：软土路基施工是本章考试重点内容。

2. 软土地基处治施工技术

(1) 基底开挖换填施工方法

1) 开挖方式

基底开挖深度在2m以内可用推土机、挖掘机或人工直接清除至路基范围以外堆放，或运至取

土坑将其还原成水田；深度超过 2m 时，要由端部向中央分层挖除，并修筑临时运输便道，由汽车运载出坑。

软基在开挖时要注意解决渗水和雨水两个问题。

2) 填筑及压实

①换填料应选用水稳性或透水性好的材料。回填应分层填筑、压实。

②路堤与两侧沼泽不能完全隔离，在清除路基底部软土后，如渗透性良好的土源缺乏，可在路堤底面用砂石料设置透水性路堤。

(2) 砂垫层

在软土层顶面铺砂垫层，主要起浅层水平排水作用，使软土中的水分在路堤自重的压力作用下，加速沉降发展，缩短固结时间，但对基底应力分布和沉降量的大小无显著影响。

(3) 土工聚合物处治

土工布在软土地基加固中的作用包括排水、隔离、应力分散和加筋补强。土工布连接一般采用搭接法或缝接法。



专家点拨：土工格栅加固土的机理存在于格栅与土的相互作用之中。一般可归纳为格栅表面与土的摩擦作用、格栅孔眼对土的锁定作用和格栅肋的被动抗阻作用。

(4) 抛石挤淤法

抛投顺序应先从路堤中部开始，中部向前突进后再渐渐向两侧扩展，以使淤泥向两旁挤出。抛石应从高的一侧向低的一侧扩展，并在低的一侧多抛填一些。

(5) 爆破排淤法

一种方法是先在原地面上填筑低于极限高度的路堤，再在基底下爆破，适用于稠度较大的软土或泥沼；另一种方法是先爆后填，适用于稠度较小、回淤较慢的软土。

(6) 塑料排水板

(7) 砂井

(8) 袋装砂井

(9) 粒料桩

(10) 旋喷桩

施工材料可采用水泥、生石灰、粉煤灰等作为加固料。

(11) 生石灰桩

(12) 反压护道

适用于路堤高度不大于 1.5~2 倍的极限高度，非耕作区和取土不太困难的地区。反压护道可在路堤的一侧或两侧设置，其高度不宜超过路堤高度的 1/2，宽度应通过稳定计算确定。

(13) 堆载预压法

堆载预压需要一定的时间，适合工期要求不紧的项目。其方式有超载预压和等载预压两种。

3. 软土地区路堤施工技术要点

- (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) 填筑过程中, 路堤中心线地面沉降速率每昼夜应不大于 $10\sim 15\text{mm}$, 坡脚水平位移速率每昼夜应不大于 5mm 。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。
- (4) 应按设计要求进行预压。



专家点拨: 在预压期内, 除添加由于沉降而引起的沉降补方外, 严禁其他作业。

- (5) 在软土地基上直接填筑路堤, 应符合以下规定:
 - 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。
 - 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。
 - 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。

2B311022 滑坡地段路基施工

1. 滑坡地段路基施工要求

- (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。
- (2) 滑坡整治宜在旱季施工。需要在冬期施工时, 严格按照冬期施工的有关规定实施。
- (3) 路基施工应注意对滑坡区内其他工程和设施的保护。
- (4) 滑坡整治, 应及时采取技术措施封闭滑坡体上的裂隙, 截水沟应有防渗措施。
- (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) 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。
- (7) 滑坡整治完成后, 应及时恢复植被。
- (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。
- (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。

2. 滑坡防治的工程措施



考情提醒: 滑坡防治的工程措施为本章重点内容。

滑坡防治的工程措施主要有排水、力学平衡和改变滑带土三类。

(1) 排除降水及地下水

- 1) 环形截水沟。施工技术规范规定: 对于滑坡顶面的地表水, 应采取截水沟等措施处理。环形截水沟设置处, 应在滑坡可能发生的边界以外不少于 5m 的地方。

- 2) 树枝状排水沟。树枝状排水沟的主要作用是排除滑体坡面上的径流。
- 3) 平整夯实滑坡体表面的土层,防止地表水渗入滑体坡面造成高低不平。
- 4) 排除地下水。排除地下水的方法较多,有支撑渗沟、边坡渗沟、暗沟、平孔等。

(2) 改善土的工程性质

一般采用焙烧法、爆破灌浆法等物理化学方法改善土的工程性质。

- (3) 将上积土体减重,加重底脚处
- (4) 选择干旱的施工季节,集中力量突击滑坡施工段
- (5) 修筑支挡工程

2B311030 路基防护与支挡(掌握)(1学时)

2B311031 防护与支挡工程类型

路基防护工程是防治路基病害、保证路基稳定、改善环境景观、保护生态平衡的重要设施。路基防护与加固工程设施,按其作用不同,可分为边坡坡面防护、冲刷防护、支挡建筑物及湿软地基加固四大类。

2B311032 防护与支挡工程的适用条件与功能

1. 植物防护

(1) 种草防护适用于边坡稳定,坡面受雨水冲刷轻微,且易于草类生长的路堤与路堑边坡。播种方法有撒播法、喷播法和行播法。



专家点拨: 目前植物防护有两种新方法,即湿式喷播技术和客土喷播技术。

(2) 铺草皮适用于需要迅速绿化的土质边坡。草皮护坡铺置形式有平铺式、叠铺式、方格式和卵(片)石方格式4种。

(3) 植灌木与种草、铺草皮配合使用,使坡面形成良好的防护层,适用于土质边坡和膨胀土边坡,但盐渍土经常浸水、经常干旱的边坡及粉质土边坡不宜采用。

2. 圬工防护

(1) 框格防护

适用于土质或风化岩石边坡进行防护,框格防护可采用混凝土、浆砌片(块)石、卵(砾)石等做骨架,框格内宜采用植物防护或其他辅助防护措施。

(2) 封面

包括抹面、捶面、喷浆、喷射混凝土等防护形式。

(3) 护面墙

用于封闭各种软质岩层和较破碎的挖方边坡,以及坡面易受侵蚀的土质边坡。用护面墙防护的挖方边坡不宜陡于 1:0.5,并应符合极限稳定边坡的要求。护面墙分为实体、窗孔式、拱式等类型,应根据边坡地质条件合理选用。

(4) 石砌护坡

干砌片石护坡适用于易受水流侵蚀的土质边坡、严重剥落的软质岩石边坡、周期性浸水及受水流冲刷较轻(流速小于 $2\sim 4\text{m/s}$)的河岸或水库岸坡的坡面防护。浆砌片(卵)石护坡适用于防护流速较大($3\sim 6\text{m/s}$)、波浪作用较强、有流水、漂浮物等撞击的边坡。对过分潮湿或冻害严重的土质边坡,应先采取排水措施再行铺筑。



专家点拨:浆砌预制块防护适用于石料缺乏地区。预制块的混凝土强度不应低于 C15。

(5) 锚杆铁丝网喷浆或喷射混凝土护坡

适用于直面为碎裂结构的硬岩或层状结构的不连续地层,以及坡面岩石与基岩分离且有可能下滑的挖方边坡。

(6) 抛石

用于经常浸水且水深较大的路基边坡或坡脚,以及挡土墙、护坡的基础防护。抛石一般多用于抢修工程。

(7) 石笼

沿河路堤坡脚或河岸当受水流冲刷和风浪侵袭,且防护工程基础不易处理或沿河挡土墙、护坡基础局部冲刷深度过大时,可采用石笼防护。

3. 土工织物防护

(1) 挂网式坡面防护适用于风化碎落较严重的岩石边坡。

(2) 土工织物复合植被防护的典型形式是三维土工网(垫)植草防护,主要适用于边坡坡度缓于 1:1、边坡高度小于 3m 的土质边坡。

(3) 其他土工织物防护有草坪植生带、适用于破碎或易风化破碎的岩石路堑边坡的锚杆挂高强塑料网格喷浆(喷射混凝土),以及土工织物做反滤层的护坡。

4. 间接防护

(1) 丁坝。坝体轴线与导线(河岸)正交或成较大角度的斜交的导流构造,其作用是将水流挑离河岸。丁坝形式较多,按长短分,有长丁坝和短丁坝。丁坝可由乱石堆砌而成。其横断面为梯形,坝身顶宽 $2\sim 3\text{m}$,坝头顶宽 $3\sim 4\text{m}$,迎面边坡 1:2~1:3,背面边坡 1:0.5~1:2。丁坝要求设置多个以形成坝群。



专家点拨:丁坝适用于宽浅变迁河段,一般采用铁丝笼或相互铰接的预制混凝土块等柔性结构物,也可采用石砌或现浇混凝土等刚性结构物。

(2) 顺坝。指坝轴线基本沿导流线边缘布置,使水流较顺缓地改变流向,起疏导水流的作用。

顺坝坝长与被防护段长度基本相等，一般采用石砌或混凝土结构，横断面为梯形，坝顶宽度应根据稳定性计算确定，迎面边坡 1:1.5~1:2.5，背面边坡 1:1.0~1:1.5。

(3) 改河移道。可以将直接冲刷及淘刷路基的水流引离路基。挖滩改河，清除孤石，有利于布置路线，减少桥涵。但改河移道涉及水流改向，影响大且投资高，故改河通常在较短的河道上进行，并力求顺河势，使新河槽符合自然河流特征，不致使水重归故道。

5. 挡土墙

常用的挡土墙类型有重力式、悬臂式、护臂式、锚杆式、锚定板式和加筋挡土墙等。

2B311040 路基试验检测技术和路基施工测量方法（熟悉）（0.5 学时）

2B311041 最佳含水量测定

最佳含水量是土基施工的一个重要控制参数，是土基达到最大干密度所对应的含水量。试验方法有击实试验法、振动台法和表面振动击实仪法。

1. 击实试验法

击实试验分轻型击实和重型击实，采用大小两种试筒，分别适用于粒径不大于 20mm 的土和粒径不大于 40mm 的土。

2. 振动台法与表面振动压实仪法

用于测定无粘聚性自由排水粗粒土和巨粒土的最大干密度。

压实度是路基质量控制的重要指标之一，是现场干密度和室内最大干密度的比值。压实度越高、路基密实度越大，材料整体性能越好。

2B311042 压实度检测

1. 灌砂法

适用于路基土压实度检测，不宜用于填石路堤等有大孔洞或大孔隙材料的测定。



专家点拨：在路面工程中，灌砂法也适用于基层、砂石路面、沥青表面处治及沥青贯入式路面的压实度检测。

2. 环刀法

适用于细粒土的密度测试。

3. 核子密度湿度仪法

利用放射性元素测量各种土的密实度和含水量。打洞后用直接透射法测定，测定层的厚度不超过 20cm。也可测定路面材料的密实度和含水量，测定时在表面用散射法。

2B311043 弯沉检测

常用的几种弯沉值测试方法的特点如下:

(1) 贝克曼法

传统检测方法,速度慢,静态测试试验方法成熟,目前为规范规定的标准方法。

(2) 自动弯沉仪法

利用贝克曼法原理快速连续测定,属于静态试验范畴,但测定的是总弯沉,因此使用时应采用贝克曼法进行标定换算。

(3) 落锤弯沉仪法

利用重锤自由落下的瞬间产生的冲击荷载测定弯沉,属于动态弯沉,并能反算路面的回弹模量,快速连续测定,使用时应采用贝克曼法进行标定换算。



专家点拨:国内外普遍采用回弹弯沉来表征路基承载能力,回弹弯沉越大,承载能力越小,反之则越大。

2B311044 路基施工测量方法

公路工程施工测量的基本任务,是根据施工的需要将设计好的线路的平面位置,纵、横断面测设到地面上,为施工提供各种标志作为按图施工的依据。

1. 施工测量的工作程序

(1) 首先建立施工控制网,必须遵守“由整体到局部”“先控制后碎部”的原则。

(2) 控制点恢复布设。

(3) 路基中线恢复测量。

(4) 纵断面测设。

(5) 横断面测设。

2. 路基施工测量方法

(1) 中线测量

1) **切线支距法:**亦称为直角坐标法。它是以曲线起点 z_h (或 z_y)、终点 y_h (或 y_z) 为坐标原点,以两端切线为 x 轴,过原点的曲线半径为 y 轴,根据曲线上各点的坐标 (x_i, y_i) 进行测设的。切线支距法适用于低等级公路。

2) **偏角法:**是一种极坐标定点(方向与长度交会)的方法,它是以曲线起点(或终点)至曲线任一点的弦线与切线之间的弦切角 Δ (偏角)和弦长 c 来确定待放点的位置。偏角法适用于低等级公路。

3) **坐标法:**先建立一个贯穿全线的统一的坐标系,一般采用国家坐标系。计算公路中线上各中桩点的统一坐标,编制逐桩坐标表。高速公路、一级公路中线放样宜采用坐标法进行测量放样。



考情提醒：路基施工测量方法是本章常考点。

(2) 横断面边桩放样

1) 图解法：路基横断面图为供路基施工的主要图纸，可根据已戴好“帽子”的横断面放样路基边桩。坡脚点与中桩的水平距离可以从横断面图上按比例量出，然后在地面上用皮尺沿横断面方向量出距中桩的水平距离，即可定出边桩。此法一般用于较低等级的公路路基边桩放样。

2) 计算法：现场没有横断面设计图，只有施工填挖高度时，可用计算法放样路基边桩。本法比上述方法精度高，主要用于公路平坦地形或地面横坡较均匀一致地段的路基边桩放样。

3) 渐近法：在分段丈量水平距离的同时，用仪器测出该段地面的高差，最后累计出边桩与中桩点的高程差，用“计算法”的公式验证其水平距离是否正确，如有不符，逐渐移动边桩，直到正确位置为止。该法精度高，适用于各级公路。

4) 坐标法：根据路基边桩点与中线的距离计算横断面方向的方位角，计算求出路基边桩的坐标值 (x,y) ，即可在导线点上用全站仪直接放样出路基边桩的桩位。适用于高等级公路。

3. GPS 技术简介

(1) GPS 的原理

GPS 主要由空间卫星星座、地面监控站及用户设备三部分构成。GPS 地面监控站主要由分布在全球的一个主控站、三个注入站和五个监测站组成。



专家点拨：GPS 目前普遍采用的基本观测量有码相位观测和载波相位观测两种。

(2) GPS 在公路施工中的应用

公路工程的施工测量主要应用了 GPS 的静态定位功能和动态测放功能两大功能。静态功能是通过 GPS 接收机接收到的卫星信息，重复观测确定地面某点的三维坐标；动态功能是通过卫星系统建立基站与流动站，通过输入控制参数把已知的三维坐标点位实地放样在地面上。

(3) GPS 测量的实施程序

GPS 测量的工作程序大体分为 GPS 网的设计、选点与建立标志、外业观测及成果检核与处理等几个阶段。其中 GPS 网的基本形式有三角形网、环形网和星形网三种。

2B311050 路基工程质量通病及防治措施（熟悉）（0.5 学时）

2B311051 路基压实质量问题的防治

1. 路基行车带压实度不足的原因及防治

(1) 原因分析

路基施工中压实度不能满足质量标准要求，主要原因如下：

- 1) 压实遍数不够。
- 2) 压实机械与填土土质、填土厚度不匹配。

- 3) 碾压不均匀, 局部有漏压现象。
- 4) 含水量偏离最佳含水量, 超过有效压实规定值。
- 5) 没有对紧前层表面浮土或松软层进行处治。
- 6) 土场土质种类多, 出现不同类别土混填。
- 7) 填土颗粒过大 ($>10\text{cm}$), 颗粒之间空隙过大, 或者填料不符合要求, 如粉质土、有机土及高塑性指数的黏土等。



考情提醒: 路基压实质量问题的防治是本章考试重点内容。

(2) 治理措施

- 1) 因含水量不适宜未压实时, 洒水或翻晒至最佳含水量时再重新进行碾压。
- 2) 因填土土质不适宜未压实时, 清除不适宜填料土, 换填良性土后重新碾压。
- 3) 对产生“弹簧土”的部位, 可将其过湿土翻晒, 或掺生石灰粉翻拌, 待其含水量适宜后重新碾压; 或挖除换填含水量适宜的良性土壤后重新碾压。

2. 路基边缘压实度不足的原因及防治

(1) 原因分析

- 1) 路基填筑宽度不足, 未按超宽填筑要求施工。
- 2) 压实机具碾压不到边。
- 3) 路基边缘漏压或压实遍数不够。
- 4) 采用三轮压路机碾压时, 边缘带 ($0\sim 75\text{cm}$) 碾压频率低于行车带。

(2) 治理措施

校正坡脚线位置, 路基填筑宽度不足时, 返工至满足设计和“规范”要求, 控制碾压顺序和碾压遍数。



专家点拨: 亏坡补宽时应开台阶填筑, 严禁贴坡。

2B311052 路基边坡病害的防治

原因分析如下:

- (1) 设计对地震、洪水和水位变化影响考虑不充分。
- (2) 路基基底存在软土且厚度不均。
- (3) 换填土时清淤不彻底。
- (4) 填土速率过快, 施工沉降观测、侧向位移观测不及时。
- (5) 路基填筑层有效宽度不够, 边坡二期贴补。
- (6) 路基顶面排水不畅。
- (7) 纵坡大于 12% 的路段未采用纵向水平分层法分层填筑施工。

- (8) 用透水性较差的填料填筑路堤处理不当。
- (9) 边坡植被不良。
- (10) 未处理好填挖交界面。
- (11) 路基处于陡峭的斜坡面上。

2B311053 高填方路基沉降的防治

原因分析如下:

- (1) 按一般路堤设计, 没有验算路堤稳定性、地基承载力和沉降量。
- (2) 地基处理不彻底, 压实度达不到要求, 或地基承载力不够。
- (3) 高填方路堤两侧超填宽度不够。
- (4) 工程地质不良, 且未做地基孔隙水压力观察。
- (5) 路堤受水浸泡部分边坡陡, 填料土质差。
- (6) 路堤填料不符合规定, 随意增大填筑层厚度, 压实不均匀, 且达不到规定要求。
- (7) 路堤固结沉降。

 **专家点拨:** 高填方路堤应按相关规范要求进行特殊设计, 进行路堤稳定性、地基承载力和沉降量验算。

2B311054 路基开裂病害的防治

1. 路基纵向开裂病害防治措施

- (1) 应认真调查现场并彻底清表, 及时发现路基基底暗沟、暗塘, 消除软弱层。
- (2) 彻底清除沟、塘淤泥, 并选用水稳性好的材料严格分层回填, 严格控制压实度, 满足设计要求。
- (3) 提高填筑层压实均匀度。
- (4) 半填半挖路段, 地面横坡大于 1:5 及旧路利用路段, 应严格按照规范要求将原地面挖成宽度不小于 1.0m 的台阶并压实。
- (5) 渗水性、水稳性差异较大的土石混合料应分层或分段填筑, 不宜纵向分幅填筑。
- (6) 若遇有软弱层或古河道, 填土路基完工后应进行超载预压, 预防不均匀沉降。
- (7) 严格控制路基边坡, 符合设计要求, 杜绝亏坡现象。

2. 路基横向裂缝病害防治措施

 **专家点拨:** 路基横向裂缝病害产生原因可能为: 路基填料直接使用了液限大于 50、塑性指数大于 26 的土; 同一填筑层路基填料混杂, 塑性指数相差悬殊; 路基顶填筑层作业段衔接施工工艺不符合规范要求; 路基顶下层平整度填筑层厚度相差悬殊, 且最小压实厚度小于 8cm; 暗涵结构物基底沉降或涵背回填压实度不符合规定。

(1) 路基填料禁止直接使用液限大于 50、塑性指数大于 26 的土；当选材困难，必须直接使用时，应采取相应的技术措施。

(2) 不同种类的土应分层填筑，同一填筑层不得混用。

(3) 路基顶填筑层分段作业施工，两段交接处应按要求处理。

(4) 严格控制路基每一填筑层的标高、平整度，确保路基顶填筑层压实厚度不小于 8cm。

(5) 暗涵结构物施工时检查基底承载力，控制暗涵结构物沉降；涵背回填透水性材料，层厚宜 15cm 一层；在场地狭窄时可用小型压路机压实，控制压实度符合规定。

3. 路基网裂病害防治措施

(1) 采用合格的填料，或采取掺加石灰、水泥改性处理措施。

(2) 选用塑性指数符合规范要求的土填筑路基，控制填土最佳含水量时碾压。

(3) 加强养护，避免表面水分过分损失。

(4) 认真组织，科学安排，保证设备匹配合理，施工衔接紧凑。

(5) 若因下层土过湿，应查明其层位，采取换填土或掺加生石灰粉等技术措施处治。

重要习题

一、单项选择题

1. 某二级公路路基出现了网裂病害，下列关于其原因，分析错误的是（ ）。
A. 土的塑性指数偏高或为膨胀土
B. 路基碾压时土含水量偏大，且成型后未能及时覆土
C. 路基压实后养护不到位，表面失水过多
D. 路基下层土过干
2. 冬期开挖路堑时，挖方边坡应预留（ ）厚台阶。
A. 20cm B. 25cm C. 30cm D. 35cm
3. 半填半挖路段，地面横坡大于 1:5 及旧路面利用路段，应严格按照规范要求将原地面挖成宽度不小于（ ）m 的台阶并压实。
A. 0.2 B. 0.5 C. 0.8 D. 1.0
4. 高速公路中线放样主要依据的设计表格是（ ）。
A. 路基设计表 B. 水准点表 C. 交点固定表 D. 逐桩坐标表
5. 路基所处的原地面斜坡面（横断面）（ ）时，原地面应开挖反坡台阶。
A. 陡于 1:5 B. 陡于 1:2 C. 缓于 1:5 D. 缓于 1:2
6. 石质路堑开挖方法中，（ ）不适于破碎坚硬岩石。
A. 钻爆开挖 B. 直接应用机械开挖
C. 静态破碎法 D. 横向开挖法

7. 路基边坡病害的防治中, 原地面坡度大于 () 的路段, 应采用纵向水平分层法施工, 沿纵坡分层, 逐层填压密实。

- A. 5% B. 8% C. 10% D. 12%

8. 一般情况下, 同一路段应先施工的路基地面排水设施是 ()。

- A. 边沟 B. 急流槽 C. 截水沟 D. 拦水带

9. 不能保证路基边缘压实度的措施是 ()。

- A. 控制碾压工艺, 保证机具碾压到边 B. 控制碾压顺序, 确保轮迹重叠宽度
C. 严格按照路基设计宽度填筑 D. 确保边缘带碾压频率高于行车带

10. 路基的冲刷防护可以分为直接防护和间接防护两类, 以下属于直接防护的是 ()。

- A. 铺石 B. 丁坝 C. 顺坝 D. 改移河道

11. GPS 测量中 GPS 网的基本形式不包括 ()。

- A. 三角形网 B. 环型网 C. 直线网 D. 星型网

12. 二级公路路堤基底的压实度应不小于 ()。

- A. 80% B. 85% C. 90% D. 95%

13. 土基达到最大干密度时所对应的含水量称为 ()。

- A. 最大含水量 B. 最小含水量 C. 最佳含水量 D. 天然含水量

14. 以下有关土方路堤施工, 叙述正确的是 ()。

- A. 同一水平层路基的全宽应采用同一种填料混合填筑
B. 对潮湿敏感性小的填料应填筑在路基下层
C. 每一填筑层压实后的宽度不得小于设计宽度
D. 路堤填筑时, 应由高处起分层填筑

15. 一级公路路基施工中线测量放样宜采用 ()。

- A. 切线支距法 B. 偏角法 C. 坐标法 D. 视距交会法

16. 土方路堤填筑方法有 ()。

- A. 分层填筑法、竖向填筑法、混合填筑法
B. 分层填筑法、竖向填筑法、冲击压实法
C. 竖向填筑法、分层压实法、强力夯实法
D. 竖向填筑法、冲击压实法、强力夯实法

17. 以曲线起点 (或终点) 至曲线任一点的弦线与切线之间的弦切角和弦长来确定待放点的位置的中线测量方法称为 ()。

- A. 切线支距法 B. 直角坐标法 C. 坐标法 D. 偏角法

18. 临近桥台边缘处的桥台台背回填宜采用 () 压实。

- A. 18t 振动压路机 B. 大型冲击压实机
C. 小型蛙式打夯机 D. 强夯机

19. 路基施工准备工作中, 横断面复测主要是测量横断面的 ()。

- A. 地面线 B. 边桩位置 C. 边坡坡度 D. 占地宽度
20. 石质路堑开挖方式中, () 是当前广泛采用的开挖施工方法。
A. 横向开挖法 B. 纵向开挖法 C. 钻爆开挖 D. 静态破碎法
21. 用于检测路基中线点的平面位置的测设仪器是 ()。
A. 核子仪 B. 弯沉仪 C. 水准仪 D. 全站仪
22. 路基排水设施中, 以下属于地面排水设施的是 ()。
A. 暗沟 B. 渗沟 C. 截水沟 D. 检查井
23. 施工测量工作时必须遵守 () 的原则。
A. “由局部到整体” “先控制后碎部” B. “由整体到局部” “先控制后碎部”
C. “由整体到局部” “先碎部后控制” D. “由局部到整体” “先碎部后控制”
24. 路基冲刷防护中, 以下 () 属于间接防护。
A. 植物 B. 抛石 C. 石笼 D. 防洪堤
25. 环刀法适用于 () 的密度测试。
A. 细粒土 B. 中粒土 C. 粗粒土 D. 砾石土
26. 土质路堤地基表层处理时, 横坡为 1:3 的原地面应挖台阶, 台阶宽度不应小于 ()。
A. 1m B. 2m C. 3m D. 4m
27. () 是路基质量控制的重要指标之一, 是现场干密度和室内最大干密度的比值。
A. 压实度 B. CBR 值 C. 弯拉应力 D. 含水量
28. 地面横坡缓于 () 时, 清除地表草皮、腐殖土后, 可直接在天然地面上填筑路堤。
A. 1:2 B. 1:3 C. 1:4 D. 1:5
29. 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 () 时, 应按设计要求挖台阶。
A. 6% B. 8% C. 10% D. 12%
30. 某软岩路堑路段缺乏合格石料, 该路堑最适合修建的挡土墙是 ()。
A. 加筋挡土墙 B. 锚杆挡土墙
C. 浆砌块石衡重式挡土墙 D. 护臂式挡土墙

二、多项选择题

1. 不属于湿软地基加固的处理方法有 ()。
A. 换填土层法 B. 振动台法
C. 表面振动压实仪法 D. 核子密度湿度仪法
E. 碾压夯实法
2. 用于公路路基的填料要求有 ()。
A. 挖取方便 B. 压实容易 C. 强度高 D. 种类丰富
E. 水稳定性好

3. 湿软地基加固的处理方法有 ()。
 - A. 换填土层法
 - B. 挤密法
 - C. 化学加固法
 - D. 核子密度湿度仪法
 - E. 碾压夯实法
4. 关于采用不同性质的填料填筑路堤的正确要求有 ()。
 - A. 应水平分层、分段填筑、分层压实
 - B. 应将不同性质的填料进行拌和, 在同水平层路基全宽范围混合填筑
 - C. 每种填料的松铺厚度应该一致
 - D. 不得在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
 - E. 强度较小的填料层应填筑在强度较大的填料层的下面
5. 下列结构中, 属于支挡建筑物的是 ()。
 - A. 石笼
 - B. 护面墙
 - C. 挡土墙
 - D. 石垛
 - E. 沿河驳岸
6. 路基压实度的现场测定方法有 ()。
 - A. 重型击实法
 - B. 灌砂法
 - C. 表面振动压实仪法
 - D. 环刀法
 - E. 核子密度湿度仪法
7. 路基防护工程的类型可分为 ()。
 - A. 边坡坡面防护
 - B. 冲刷防护
 - C. 支挡建筑物
 - D. 湿软地基加固
 - E. 自然防护
8. 石质路堑的开挖方式包括 ()。
 - A. 钻爆开挖
 - B. 光面爆破
 - C. 直接应用机械开挖
 - D. 定向爆破
 - E. 静态破碎法
9. 路基防护与加固工程设施, 按其作用不同, 可以分为 () 等。
 - A. 边坡坡面防护
 - B. 冲刷防护
 - C. 排除地表水的设施
 - D. 排除地下水的设施
 - E. 湿软地基加固
10. 在软土地基上填筑路堤时, 如软基处理不当, 易产生的病害有 ()。
 - A. 路堤冻胀
 - B. 路基开裂
 - C. 路堤边坡失稳
 - D. 路堤融沉
 - E. 路基沉降过大
11. 路基边坡坡面防护工程的类型可分为 ()。
 - A. 间接防护
 - B. 湿软地基加固
 - C. 植物防护
 - D. 圬工防护
 - E. 直接防护
12. 特殊路基主要有 ()。
 - A. 湿黏土路基
 - B. 滨海地区路基

- C. 水库地区路基D. 岩溶地区路基E. 良好气候条件下的路基
13. 公路路基填料选择时，须取土试验以确定填料的有（ ）。
A. 最小强度 CBR 值B. 细度模数C. 最大粒径D. 级配E. 回弹模量
14. 采用细粒土直接作路基填料时，应满足以下具体要求的有（ ）。
A. 液限小于 80%B. 液限小于 50%C. 塑性指数小于 30%D. 塑性指数小于 26E. 含水量适宜直接压实
15. 填石路基的填筑方法有（ ）。
A. 碾压法B. 竖向填筑法C. 冲击压实法D. 混合填筑法E. 强力夯实法

三、案例分析题

（一）

鸿运公司承接了一项公路工程，全长 3000m，需要穿过部分农田与水塘，要借土回填、抛石挤淤。工程使用工程量清单进行计价，合同约定分部分项工程量增加（减少）幅度为 15%之内按原有综合单价执行。工程量增幅大于 15%的时候，超出部分按照原综合单价的 0.9 倍进行计算；工程量减幅大于 15%的时候，减少之后剩余的部分按照原综合单价的 1.1 倍进行计算。

在路基正式压实之前，项目部选取了 200m 进行试验，确定了合适吨位的压路机与压实方式。在工程施工中出现如下事故：

事件一：项目技术负责人现场检查的时候发现压路机碾压过程中先高后低、先快后慢、先静后振、由路基中心向边缘碾压。技术负责人立刻要求操作人员停止施工，并且指出其错误，要求改正。

事件二：路基施工过程中，有块办理过征地手续的农田因为补偿问题产生了纠纷，导致施工无法继续，因此工期延误了 20 天，施工单位提出工期与费用索赔。

事件三：工程竣工结算的时候，借土回填与抛石挤淤工程量变化情况如表 1 所示。

表 1 工程量变化情况表

分部分项工程	综合单价（元/m ³ ）	清单工程量（m ³ ）	实际工程量（m ³ ）
借土回填	21	25000	30000
抛石挤淤	76	16000	12800

【问题】

1. 除了确定合适吨位的压路机与压实方式之外，试验段还应该确定哪些技术参数？

2. 分别指出事件一中压实作业的错误，并且写出正确做法。
3. 在事件二中，施工单位的索赔能否成立？说明理由。
4. 分别计算事件三中借土回填与抛石挤淤的费用。

（二）

甲公路隧道的最大埋深大约是 180m，设计净高为 50m，净宽 140m，隧道长 940m。隧道区域内主要是微风化黑云母与长花岗岩，设计阶段对围岩的定级为 II/III 级，在施工过程中，围岩发生变化，必须重新评定。隧道区域内地表水系较发育，区域内以基岩裂隙水为主，浅部残坡积层赋存松散岩类孔隙水，洞口围岩变化段水系较为发达。施工单位拟决定使用新奥法进行施工。

【问题】

1. 依据背景材料，围岩详细分级时，在何种情况下应该对岩体基本质量指标进行修正？
2. 材料中光面爆破的起爆顺序是什么？
3. 什么是新奥法施工？材料中使用新奥法施工的时候需要遵守哪些基本原则？

（三）

明远施工单位承包了二级公路 A 合同段路基工程，本地区岩层构成主要是泥岩和砂岩互层，属于中硬石料，地表土覆盖层有 3m 左右。鉴于本合同段的石方比较多，路堤基本使用土石路堤，施工之前根据土石混合材料的类别进行试验路段施工，确定可以达到最大压实干密度的松铺厚度、压实机械型号以及组合等参数。本合同段 K17+300~K17+380 公路右侧是滑坡，设计采取了抗滑桩和抗滑挡土墙的稳定措施，对于流向滑坡体的地表水设置了环状截水沟排出，对地下水设置了暗沟排出。石砌抗滑挡土墙施工过程中严格质量检验，实测了石料强度、平面位置、顶面高程、竖直度或坡度、断面尺寸与底面高程。

【问题】

1. 施工之前进行试验路段确定的参数还应该有哪些？
2. 对于该路段路堤填料，有什么技术要求？
3. 排除滑坡地下水和地面水还有哪些方法？
4. 改正实测项目里的错误，并且补充实测项目漏项。

重要习题答案与解析

一、单项选择题

1. 【答案】D

【解析】本题对路基网裂病害及防治措施进行考查。

病害原因：

- （1）土的塑性指数偏高或为膨胀土。
- （2）路基碾压时土含水量偏大，且成型后未能及时覆土。

(3) 路基压实后养护不到位, 表面失水过多。

(4) 路基下层土过湿。

2. 【答案】C

【解析】本题对冬期开挖路堑的技术要点进行考查。挖方边坡不应一次挖到设计线, 应该预留30cm厚台阶, 待到正常施工季节再削去预留台阶, 整理达到设计边坡。

3. 【答案】D

【解析】本题对路基纵向开裂病害及防治措施进行考核。半填半挖路段, 地面横坡大于1:5以及旧路面利用路段, 应该严格按照规范要求将原地面挖成宽度不小于1.0m的台阶并压实。

4. 【答案】D

【解析】本题对路基施工的测量方法进行考查。按照《路基施工规范》规定: 高速公路、一级公路中线放样宜采用坐标法进行测量放样。

5. 【答案】A

【解析】本题对路基边坡病害的预防措施进行考查。路基所处的原地面斜坡面(横断面)陡于1:5时, 原地面应开挖反坡台阶。

6. 【答案】D

【解析】本题对石质路堑的开挖方式的应用进行考查。

石质路堑的开挖方式有:

(1) 钻爆开挖: 是当前广泛采用的开挖施工方法。有薄层开挖、分层开挖(梯段开挖)、全断面一次开挖和特高梯段开挖等方式。

(2) 直接应用机械开挖: 该方法没有钻爆工序作业, 不需要风、水、电辅助设施, 简化了场地布置, 加快了施工进度、提高了生产能力。但不适于破碎坚硬岩石。

(3) 静态破碎法: 将膨胀剂放入炮孔内, 利用产生的膨胀力, 缓慢的作用于孔壁, 经过数小时至24h达到300~500MPa的压力, 使介质裂开。

7. 【答案】D

【解析】本题对路基边坡病害的预防措施进行考查。原地面坡度大于12%的路段, 应该采用纵向水平分层法施工, 沿纵坡分层, 逐层填压密实。

8. 【答案】C

【解析】本题对路基地面排水设施的施工要点进行考查。截水沟应该先施工, 与其他排水设施须衔接平顺。答案为C。

9. 【答案】C

【解析】本题对路基边缘压实度不足的原因及防治进行考核。路基边缘压实度不足的预防措施有: ①路基施工应按设计的要求进行超宽填筑; ②控制碾压工艺, 保证机具碾压到边; ③认真控制碾压顺序, 确保轮迹重叠宽度和段落搭接超压长度; ④提高路基边缘带压实遍数, 确保边缘带碾压频率高于或不低于行车带。

10. 【答案】A

【解析】本题对路基冲刷防护的方式进行考核。①直接防护：植物、铺石、抛石、石笼等；②间接防护：丁坝、顺坝、防洪堤等导流构造物及改移河道。

11. 【答案】C

【解析】本题对 GPS 技术简介进行考查。GPS 网的基本形式有三角形网、环型网与星型网三种。

12. 【答案】C

【解析】本题对路堤基底压实度进行考查。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%。

13. 【答案】C

【解析】本题对最佳含水量测定进行考查。最佳含水量是路基施工的一个重要控制数，是土基达到最大干密度所对应的含水量。

14. 【答案】C

【解析】本题对土方路堤施工技术进行考查。同一水平层路基的全宽应该采用同一种填料，不得混合填筑。对潮湿或者冻融敏感性小的填料须填筑在路基上层。每一填筑层压实后的宽度不得小于设计宽度。路堤填筑时，应该从最低处起分层填筑，逐层压实。

15. 【答案】C

【解析】本题对路基施工测量方法进行考查。按照路基施工规范规定：高速公路、一级公路中线放样宜采用坐标法进行测量放样。

16. 【答案】A

【解析】本题对土方路堤的填筑方法进行考查。土方路堤的填筑方法包括：①分层填筑法。可分为水平分层填筑法与纵向分层填筑法。②竖向填筑法。从路基一端或两端按横断面全部高度，逐步推进填筑。填土过厚，不易压实。仅用于无法自下而上填筑的深谷、陡坡、断岩、泥沼等机械无法进场的路堤。③混合填筑法。路堤下层用竖向填筑而上层用水平分层填筑。适用于因地形限制或填筑堤身较高，不宜采用水平分层法或竖向填筑法自始至终进行填筑的情况。单机或多机作业均可，一般沿线路分段进行，每段距离以 20~40m 为宜，多在地势平坦或两侧有可利用的山地土场的场合采用。

17. 【答案】D

【解析】本题对路基施工测量方法进行考查。偏角法是一种极坐标定点（方向与长度交会）的方法，它是以曲线起点（或终点）至曲线任一点的弦线与切线之间的弦切角和弦长来确定待放点的位置。

18. 【答案】C

【解析】本题对桥台台背填筑的方法进行考查。桥台台背采用水平分层填筑的方法，人工摊铺为主，分层松铺厚度宜小于 20cm。当采用小型低等级夯具的时候，一级以上公路松铺厚度宜小于 15cm。压实尽量使用大型机械，在临近桥台边缘或狭窄地段，则采用小型夯压机械，分薄层认真夯压密实，为保证填土与桥台衔接处的压实质量，施工中可采用夯压机械横向碾压的方法。

19. 【答案】A

【解析】本题对施工测量的工作程序进行考查。线路设计的横断面，主要包括路基与边坡。路基施工前，应该对原地面进行复测、核对或者补充横断面，发现问题时，须进行处理。线路施工之前，首先把设计的边坡线和原地面的交点在地面上标定出来，称为边桩放样，其次要把边坡与路基放样出来。

20. 【答案】C

【解析】本题对石质路堑的开挖方式进行考查。石质路堑的开挖方式有：①钻爆开挖：是当前广泛采用的开挖施工方法。有薄层开挖、分层开挖（梯段开挖）、全断面一次开挖和特高梯段开挖等方式。②直接应用机械开挖：该方法没有钻爆工序作业，不需要风、水、电辅助设施，简化了场地布置，加快了施工进度，提高了生产能力，但不适于破碎坚硬岩石。③静态破碎法：将膨胀剂放入炮孔内，利用产生的膨胀力，缓慢地作用于孔壁，经过数小时至24h达到300~500MPa的压力，使介质裂开。

21. 【答案】D

【解析】本题对施工测量的工作程序进行考查。可用全站仪进行点的平面位置测设、水平角的测设（放样）、水平距离测设。

22. 【答案】C

【解析】本题对路基排水设施进行考查。路基排水工程包括地面排水与地下排水两大类：①地面排水可采用边沟、截水沟、排水沟、跌水、急流槽、拦水带、蒸发池等设施。其作用是将可能停滞在路基范围内的地面水迅速排除，防止路基范围内的地面水流入路基内。②地下排水设施有排水沟、暗沟（管）、渗沟、渗井、检查井等。其作用是将路基范围内的地下水位降低或拦截地下水并将其排出路基范围以外。

23. 【答案】B

【解析】本题对施工测量的工作程序进行考查。施工测量工作时必须遵守“由整体到局部”“先控制后碎部”的原则。

24. 【答案】D

【解析】本题对路基冲刷防护的方式进行考查。用于防护水流对路基的冲刷和淘刷，可以分为直接防护与间接防护两类：①直接防护：植物、铺石、抛石、石笼等；②间接防护：丁坝、顺坝、防洪堤等导流构造物及改移河道。

25. 【答案】A

【解析】本题对环刀法进行考查。环刀法适用范围：用于细粒土的密度测试。

26. 【答案】B

【解析】本题对土质路堤地基表层处理要求进行考查。地面横坡缓于1:5时，清除地表草皮、腐殖土之后，可以直接在天然地面上填筑路堤。地面横坡是1:5~1:2.5的时候，原地地面应该挖台阶，台阶宽度不应该小于2m。当基岩面上的覆盖层比较薄时，最好先清除覆盖层再挖台阶；当覆盖层比较厚且稳定时，予以保留。地面横坡陡于1:2.5地段的陡坡路堤，必须验算路堤整体沿基底和基

底下软弱层滑动的稳定性,抗滑稳定系数不可小于规范要求的稳定安全系数;否则应该采取改善基底条件或者设置支挡结构物等防滑措施。

27.【答案】A

【解析】本题对压实度检测进行考查。压实度是路基质量控制的重要指标之一,是现场干密度与室内最大干密度的比值。

28.【答案】D

【解析】当地面横坡缓于 1:5 的时候,清除地表草皮、腐殖土之后,可以直接在天然地面上填筑路堤。当地面横坡在 1:5~1:2.5 之间,原地面须挖台阶,台阶宽度不应该小于 2m。当基岩面上的覆盖层较薄时,最好先清除覆盖层再挖台阶,当覆盖层比较厚并且稳定时,可保留。地面横坡陡于 1:2.5 地段的陡坡路堤,必须检算路堤整体沿基底以及基底下软弱层滑动的稳定性,抗滑稳定系数不能小于规范规定。

29.【答案】D

【解析】在土方路堤施工技术填筑要求中,在进行路堤填筑的时候,应该从最低处起进行分层填筑,逐层压实;当原地面纵坡大于 12%或者横坡陡于 1:5 的时候,应该按照设计要求挖台阶,或者设置坡度向内并且大于 4%、宽度大于 2m 的台阶。

30.【答案】B

【解析】本题对挡土墙进行考查。锚杆挡土墙适用于缺乏石料的地区和挖基困难的地段,一般用于岩质路堑路段,但是其他具有锚固条件的路堑墙也可使用,还可应用于陡坡路堤。

二、多项选择题

1.【答案】BCD

【解析】本题对湿软地基加固进行考查。湿软地基加固经常采用的办法有换填土层法、碾压夯实法、排水固结法、挤密法、化学加固法、土工合成材料加固法等。振动台法与表面振动压实仪法属于最佳含水量的测定方法。核子密度湿度仪法用来测定压实度。

2.【答案】ABCE

【解析】本题对路基填料的要求进行考查。用于公路路基的填料应该挖取方便,压实容易,强度高,水稳定性好。其中强度要求是按 CBR 值进行确定的,应该通过取土试验确定填料最小强度与最大粒径。

3.【答案】ABCE

【解析】本题对湿软地基加固进行考查。湿软地基加固经常使用的方法包括换填土层法、碾压夯实法、排水固结法、挤密法、化学加固法、土工合成材料加固法等。核子密度湿度仪法用来测定压实度。

4.【答案】ADE

【解析】本题对土方路堤填筑要求进行考查。性质不同的填料,应该水平分层、分段填筑、分

层压实。同一水平层路基的全宽应该采取同一种填料,不可混合填筑。每种填料的填筑层压实之后的连续厚度不能小于 500mm。填筑路床顶最后一层的时候,压实后的厚度应该不小于 100mm。对于潮湿或者冻融敏感性比较小的填料应该填筑在路基的上层。强度比较小的填料应该填筑在下层。在有地下水的路段或者临水路基范围之内,最好填筑透水性好的填料。不能在由透水性较好的填料所填筑的路堤边坡上再覆盖透水性不好的填料。每种填料的松铺厚度应该通过试验确定。每一填筑层压实之后的宽度不可小于设计宽度。路堤填筑的时候,应该从最低处起分层进行填筑,逐层压实。填方分几个作业段施工的时候,接头部位如果不能交替填筑,则先填路段,应该按照 1:1 坡度分层留台阶;如果可以交替填筑,那么应该分层相互交替搭接,搭接长度不小于 2m。

5. 【答案】CDE

【解析】本题对支挡建筑物进行考查。支挡建筑物常用的类型包括路基边坡支挡与堤岸支挡。路基边坡支挡:挡土墙、石垛及其他具有承重作用的构造物等;堤岸支挡:沿河驳岸、浸水挡土墙。

6. 【答案】BDE

【解析】本题对路基压实度的现场测定方法进行考查。压实度是路基质量控制的重要指标之一,是现场干密度与室内最大干密度的比值。压实度越高、路基密实度越大,材料整体性能就越好。其现场密度的测定方法有:灌砂法、环刀法和核子密度湿度仪法。

7. 【答案】ABCD

【解析】本题对防护与支挡工程类型进行考查。路基防护与加固工程设施,按其作用不同,可以分为边坡坡面防护、冲刷防护、支挡建筑物和湿软地基加固四大类。

8. 【答案】ACE

【解析】本题对石质路堑的开挖方式进行考查。石质路堑的开挖方式有:①钻爆开挖:是当前广泛采用的开挖施工方法。有薄层开挖、分层开挖(梯段开挖)、全断面一次开挖和特高梯段开挖等方式。②直接应用机械开挖:该方法没有钻爆工序作业,不需要风、水、电辅助设施,简化了场地布置,加快了施工进度,提高了生产能力,但不适于破碎坚硬岩石。③静态破碎法:将膨胀剂放入炮孔内,利用产生的膨胀力,缓慢地作用于孔壁,经过数小时至 24h 达到 300~500MPa 的压力,使介质裂开。

9. 【答案】ABE

【解析】本题对防护与支挡工程类型进行考查。路基防护和加固工程设施,按照其作用不同,可以分为边坡坡面防护、冲刷防护、支挡建筑物与湿软地基加固四大类。

10. 【答案】CE

【解析】本题对在软土地基修建公路的注意事项进行考查。在软土地基上修建公路的时候,容易产生路堤失稳或者沉降过大等问题。我国沿海、沿湖、沿河地带都分布了广泛的软土。因此选项 C、E 正确。

11. 【答案】CD

【解析】本题对边坡坡面防护进行考查。坡面防护指的是在坡面上所做的各种铺砌和栽植的总称,可分为植物防护与圬工防护。

12. 【答案】ABCD

【解析】特殊路基指的是位于特殊土（岩）地段、不良地质地段，或受水、气候等自然因素影响强烈的路基。特殊路基主要有以下五种类型：①湿枯土路基、软土地区路基、红枯土地区路基、膨胀土地区路基、黄土地区路基、盐渍土地区路基、风积沙及沙漠地区路基。②季节性冻土地区路基、多年冻土地区路基、涎流冰地区、雪害地区路基。③滑坡地段路基、崩塌与岩堆地段路基、泥石流地区路基。④岩溶地区路基、采空区路基。⑤沿河、沿溪地区路基、水库地区路基、滨海地区路基。

13. 【答案】AC

【解析】用于公路路基的填料要求挖取方便，压实容易，强度高，水稳定性好。其中强度要求是按照 CBR 值确定的，应该通过取土试验确定填料最小强度与最大粒径。

14. 【答案】BDE

【解析】按照路基填料规范规定液限大于 50%，塑性指数大于 26、含水量不适合直接压实的细粒土，不能直接作为路堤填料。在需要使用的时候，必须采取技术措施进行处理，经过检验满足设计要求之后才可以使用。

15. 【答案】ABCE

【解析】填石路基的填筑方法有：①碾压法（分层压实法）。是普遍采用并能保证填石路堤质量的方法。该方法自下而上水平分层，逐层填筑，逐层压实。②竖向填筑法（倾填法）。主要用于二级及二级以下且铺设低级路面的公路在陡峻山坡施工特别困难或大量爆破以挖作填路段，以及无法自下而上分层填筑的陡坡、断岩、泥沼地区和水中的填石路堤。③冲击压实法。利用冲击压实机的冲击碾周期性大振幅低频率地对路基填料进行冲击，压密填方。④强力夯实法。用起重机吊起夯锤从高处自由落下，利用强大的动力冲击，迫使岩土颗粒位移，提高填筑层的密实度和地基强度。

三、案例分析题

（一）【答案】

1. 除了确定合适吨位的压路机与压实方式之外，试验段还应该确定以下技术参数：①确定路基预沉量值；②确定压实遍数；③确定每层虚铺厚度。

2. （1）错误之处：先高后低。

正确做法：先低后高——直线段处的路基应该由边到中（即先低后高）进行碾压，小半径曲线超高段处的路基应该由内侧向外侧（即先低后高）碾压。

（2）错误之处：先快后慢。

正确做法：应先慢后快碾压。

（3）错误之处：由路基中心向边缘碾压。

正确做法：直线段处的路基应该由边缘向中心（即先低后高）碾压，小半径曲线超高段处的路基应该由内侧向外侧（即先低后高）碾压。

3. 在事件二中, 施工单位的索赔成立。

理由: 有块办理过征地手续的农田因为补偿问题产生纠纷这属于发包方的责任, 因此施工单位可以向发包方提出索赔。

4. (1) 事件三中借土回填的费用: $25000\text{m}^3 \times (1+15\%) = 28750\text{m}^3 < 30000\text{m}^3$, 故超过 28750m^3 的部分单价需要进行调整。

借土回填费用 = $21\text{元}/\text{m}^3 \times 28750\text{m}^3 + 21\text{元}/\text{m}^3 \times 0.9 \times (30000\text{m}^3 - 28750\text{m}^3) = 627375\text{元}$ 。

(2) 事件三中抛石挤淤的费用: $16000\text{m}^3 \times (1-15\%) = 13600\text{m}^3 > 12800\text{m}^3$, 故单价需要进行调整。

抛石挤淤费用 = $76\text{元}/\text{m}^3 \times 1.1 \times 12800\text{m}^3 = 1070080\text{元}$ 。

(二)【答案】

1. 围岩详细定级的时候, 如果遇到以下情况之一, 应该对岩体基本质量指标进行修正:

- (1) 有地下水。
- (2) 围岩稳定性受软弱结构面影响, 且有一组起控制作用。
- (3) 存在高初始应力。

2. 光面爆破的分区起爆顺序为: 掏槽眼→辅助眼→周边眼。

3. (1) 新奥法: 是从岩石力学的观点出发而提出的一种合理的施下方法, 是采用喷锚技术、监控量测等并与岩石力学理论构成的一个体系而形成的一种新的工程施工方法。

(2) 新奥法施工的基本原则为: 少扰动, 早喷锚, 勤量测, 紧封闭。

(三)【答案】

1. 施工之前进行试验路段确定的参数还应该包括压实速度、压实遍数以及沉降差等参数。

2. 天然土石混合填料中, 中硬、硬质石料的最大粒径不能大于压实层厚的 $2/3$ 。

3. 排除地面水的方法包括: 设置树枝状排水沟、平整夯实滑坡体表面的土层。排除地下水的方法有支撑渗沟、边坡渗沟、平孔等。

4. 石料强度应该是砂浆强度。实测项目还应该包括表面平整度。