

云南省二级建造师执业资格培训教材

# 专业工程管理实务

(市政公用工程专业)

主 编：李 毅

副主编：丁 纯

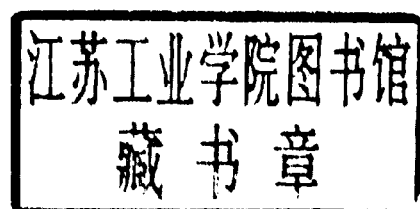
云南省二级建造师执业资格培训教材  
《专业工程管理实务》

(市政公用工程专业)

主 编：李 毅（昆明理工大学）  
副 主 编：丁 纯（云南交通职业技术学院）  
参编人员：周 明（昆明理工大学）  
张 梅（昆明理工大学）  
罗卓英（昆明理工大学）

负责内容：

李 毅：一、二、三章  
丁 纯：考试题部分及二章  
周 明：第二章  
张 梅：第一章  
罗卓英：第三章



# 目 录

第一章 市政公用工程施工技术与管理 .....	1
1.1 市政公用工程施工技术 .....	1
1.1.1 路基施工技术 .....	1
1.1.2 基层的基本施工技术 .....	3
1.1.3 面层施工技术 .....	5
1.1.4 道路工程的基本知识 .....	9
1.1.5 不良土质对道路工程的影响 .....	11
1.1.6 明挖基坑施工的基本要求 .....	12
1.1.7 常用基础的施工技术 .....	18
1.1.8 钢筋混凝土和预应力混凝土桥的施工技术 .....	23
1.1.9 钢梁架设技术 .....	26
1.1.10 其他桥梁结构的施工技术 .....	28
1.1.11 隧道小导管注浆土体加固的技术要求 .....	32
1.1.12 喷锚暗挖法施工基本技术要求 .....	33
1.1.13 盾构法隧道掘进技术要点 .....	38
1.1.14 地下水对隧道工程施工的影响 .....	39
1.1.15 给水工程施工技术 .....	40
1.1.16 排水工程施工技术 .....	42
1.1.17 给水排水工程施工技术 .....	43
1.1.18 给水排水工程的一般知识 .....	46
1.1.19 热力管道的分类 .....	54
1.1.20 燃气及其管道 .....	55
1.1.21 热力管道施工的基本技术要求 .....	66
1.1.22 燃气管道施工的基本技术要求 .....	67
1.1.23 垃圾填埋对环境的影响 .....	70
1.1.24 垃圾填埋场防渗技术 .....	71
1.2 市政公用工程施工管理 .....	72
1.2.1 施工项目安全控制的基本知识 .....	72
1.2.2 施工项目成本管理的基本知识 .....	73
1.2.3 施工项目质量计划的编制 .....	74
1.2.4 GB / T19000 族标准对施工项目质量控制的一般规定 .....	75
1.2.5 施工项目合同管理的基本知识 .....	75
1.2.6 施工预算的编制方法 .....	76
1.2.7 施工项目安全隐患与事故处理控制要点 .....	76
1.2.8 施工项目成本控制 .....	78
1.2.9 编制施工组织设计的基本方法 .....	79
1.2.10 施工项目进度总目标、分解计划的实施与控制 .....	80
1.2.11 道路工程质量控制要求 .....	82
1.2.12 城市桥梁工程质量控制 .....	84
1.2.13 喷锚暗挖隧道施工组织设计要点 .....	87

1.2.14	混凝土工程施工质量控制	88
1.2.15	给水管道铸铁管接口施工质量控制	90
1.2.16	城市热力管道工程质量验收要求	91
1.2.17	施工项目合同管理的内容	92
1.2.18	投标的基本办法	94
1.2.19	市政公用工程施工项目管理现场管理的基本要求	96
1.2.20	市政公用工程技术文件的管理方法	98
1.3	工程实例	99
1.3.1	城市污水处理工艺流程	99
1.3.2	垃圾填埋对环境的影响	100
1.3.3	市政公用工程施工管理	100
1.3.4	施工项目安全控制对总包单位和分包单位的责任分工实行总分包的项目, 安全控制由承包单位负责, 分包单位服从承包单位的管理	101
1.3.5	施工项目成本管理内容	101
1.3.6	施工项目质量计划的编制	102
1.3.7	GB19000 族标准对施工项目质量控制的一般规定	103
1.3.8	施工项目合同管理的主要法律依据	103
1.3.9	施工项目合同管理的一般规定	103
1.3.10	施工预算的编制方法	104
1.3.11	安全隐患与事故处理原则	105
1.3.12	事故处理程序的有关规定	106
1.3.13	防止基坑开挖时坍塌的安全措施	106
1.3.14	施工项目成本目标责任制	106
1.3.15	市政公用工程施工组织设计编制的基本原则和主要内容	107
1.3.16	城市道路施工准备的内容与要求	108
1.3.17	道路雨季施工特点及质量控制要求	109
第二章	市政公用工程法规及相关知识	111
2.1	专业工程涉及的相关法律、法规	111
2.1.1	《建设工程质量管理条例》(国务院第 279 号令)的有关规定	111
2.1.2	《城市道路管理条例》(国务院第 198 号令)的有关规定	111
2.1.3	《建设工程施工现场管理规定》(国务院第 15 号令)的有关规定	111
2.1.4	《工程建设重大事故报告和调查程序规定》(建设部第 3 号令)的有关规定	112
2.1.5	《城市绿化条例》(国务院第 100 号令)的有关规定	112
2.1.6	《房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收备案管理暂行办法》(建设部第 78 号令)的有关规定	113
2.2	专业工程涉及的相关技术标准、规范	113
2.2.1	《城市道路路基工程施工及验收规范》(CJJ44-91)的有关规定	113
2.2.2	《城市绿化条例》(国务院第 100 号令)的有关规定	113
2.2.3	《房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收备案管理暂行办法》(建设部第 78 号令)的有关规定	114
2.3	专业工程涉及的相关技术标准、规范	114
2.3.1	《城市道路路基工程施工及验收规范》(CJJ44-91)的有关规定	114
2.3.2	《公路路面基层施工技术规范》(JTJ034-2000)的有关规定	114
2.3.3	《地下铁道工程施工及验收规范》(GB 50299-99)的有关规定	115

2.3.4	《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-99)的有关规定	115
2.3.5	《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268-97)的有关规定	115
2.3.6	《沥青路面施工及验收规范》(GB 50092-96)的有关规定	115
2.3.7	《城市桥梁设计荷载标准》(CJJ77-98)的有关规定	116
<b>第四章</b>	<b>市政设施管理</b>	<b>131</b>
<b>4.1</b>	<b>市政设施管理概述</b>	<b>131</b>
4.1.1	市政设施管理的意义	131
4.1.2	市政设施管理的特点	131
4.1.3	市政设施管理的主要原则	132
<b>4.2</b>	<b>城市道路设施管理</b>	<b>132</b>
4.2.1	城市道路的作用与组成	133
4.2.2	城市道路的功能	133
4.2.3	城市道路分类	134
4.2.3	城市道路设施管理	135
<b>4.3</b>	<b>城市桥涵管理</b>	<b>136</b>
4.3.1	桥梁在城市中的地位和作用	136
4.3.2	城市桥梁管理的重要性	136
4.3.3	桥涵的养护和管理	137
<b>4.4</b>	<b>排水设施管理</b>	<b>137</b>
4.4.1	城市排水的基本任务	137
4.4.2	城市排水设施的管理与养护维修	137
4.4.3	排洪河道的管理	139
<b>4.5</b>	<b>路灯管理</b>	<b>140</b>
4.5.1	城市路灯的范围	140
4.5.2	路灯设施管理的要求	140
<b>4.6</b>	<b>城市地下管线的管理</b>	<b>140</b>
4.6.1	用户申请办理管理管的程序	141
4.6.2	检查、疏通管道,保持通水能力	142
4.6.3	修理管道及附属构筑物	142
<b>4.7</b>	<b>市政工程名词解释</b>	<b>145</b>
4.7.1	道路	145
4.7.2	桥梁、隧道、涵洞	146
4.7.3	排水	147
4.7.4	路灯	148
4.7.5	防洪	149
附录 1	中华人民共和国招标投标法	150
附录 2	建设工程质量管理条例	156
附录 3	市政基础设施工程施工技术文件管理规定	164

# 第一章 市政公用工程施工技术与管理

## 【学习指导】

市政公用工程施工技术与管理涉及的内容范围比较广泛，主要包括城市道路、桥梁、隧道、给水、排水、热力管道、燃气管道、生活垃圾填埋处理等工程。其中需重点掌握的是市政公用工程的施工方法、技术要点及相关管理知识，考生应在充分理解基本知识的基础上加强记忆。

## 1.1 市政公用工程施工技术

### 1.1.1 路基施工技术

#### (1) 城市道路路基施工程序要点

路基不仅是道路的重要组成部分，同时，又是路面的基础。路基的施工质量直接关系到整个公路工程的质量，没有坚固稳定的路基，就没有稳固的路面。路基的强度和稳定性，是保证路面强度和稳定性的先决条件。路基工程包括路基(路床)本身及有关的土(石)方、沿线的小桥涵、挡土墙、路肩、边坡、排水管等项目。路基施工多以人工配合机械施工，采用流水或分段平行作业。

#### 1) 路基施工程序

①施工前的准备工作。施工前的准备工作，是保证施工顺利进行的重要前提。可大致分为：组织准备、物质准备和技术准备等三方面。

②修建人工构造物。主要包括小桥、涵洞、挡土墙以及城市道路下面的管、线、井、室等，通常与路基施工同时进行，但要求人工构造物先行完工，一般按照“先地下，后地上”、“先深后浅”的施工顺序，以利于路基工程全线进展。

③路基(土、石方)工程。该项工程包括测量桩号与高程、开挖路堑、填筑路堤、压实路基、整平路基表面、整修边坡、修建路基综合排水沟渠及防护与加固工程。是路基施工的主要内容。

④路基施工质量检查与验收。工程质量的检查与验收是路基施工中的重要环节。在施工过程中每当一部分工程完成时，特别是隐蔽工程，应按施工标准及技术规范的要求进行检查和验收。其目的在于检验工程质量，及时发现存在的问题，研究分析采取补救措施。在全部工程完成后，还应由施工单位会同设计、使用和养护部门进行交工验收。

2) 路基施工要点：工序包括挖土、填土、松土、运土、装土、卸土、修整、压实。必须依照路基设计的平面、横断面位置、标高等几何尺寸进行施工，并保证路基的强度和稳定性。

#### ①路基施工测量：

(a)中线测量 在地面上进行中线测量前，应由设计部门办理交桩手续。转角点桩及方向桩应在线外设检点，并用点志标记。直线部分每隔 500—1000m 应加设方向桩。

基点有疑问，除及时向设计单位查询外，可采用两个水准点为一环进行闭合测量，先确定两点的高程差。看两水准点的闭合差是否在  $12\sqrt{Kmm}$  以内(K 为两点间水平距离，以 km 计)。

根据施工要求，城区道路每隔 200—300m 设一临时水准点。

(b)钉线外边桩 由道路中心线测出道路宽度，在道路边线外 0.5-1.0m 两侧，以 5m、10m 或 15m 为距离钉木(边)桩。

(c)测标高 测出道路中心高程，标于边桩上，即“红印”，以供施工。

②填土(方)路基。当原地面标高低于设计路基标高时，需要填筑土方——填方路基。

(a)路基填土不得使用腐殖土、生活垃圾土、淤泥、冻土块、强膨胀土和盐渍土。填土内不得含有草、树根等杂物，粒径超过 10cm 的土块应打碎。

(b)排除原地面积水，清除树根、杂草、淤泥等。应妥善处理坟坑、井穴，并分层填实至原基面高。

(c)填方段内应事先找平，当地面坡度陡于 1: 5 时，需修成台阶形式，每层台阶高度不宜大于 30cm，宽度不应小于 1m。

(d)根据测量中心线桩和下坡脚桩，分层填土、压实。

(e)填土长度达 50m 左右时，检查铺筑土层的宽度与厚度，合格后即可碾压，碾压先轻后重，最后碾压不应小于 12t 级压路机。

(f)填方高度内的管涵顶面填土 30cm 以上才能用压路机碾压。

(g)到填土最后一层时，应按设计断面、高程控制土方厚度，并及时碾压修整。

③挖土(方)路基。当路基设计标高低于原地面标高时，需要挖土成型——挖方路基。

(a)根据测量中线和边桩开挖，每侧比路面宽出 30—50cm。当挖方边坡较高时，可根据不同的土、石性质和稳定性要求开挖成折线或台阶式边坡。

(b)挖方段不得超挖，应留有碾压而到设计标高的压实量。在路基设计标高以下 60cm 以内的树根等杂物，必须清除并以好土等材料回填夯实。

(c)压路机不小于 12t 级，碾压自路两边向路中心进行，直至表面无明显轮迹为止。

(d)碾压时视土的干湿程度决定是否采取洒水或换土、晾晒等措施。

(e)过街雨水支管应在路床碾压前施工。支管沟槽及检查井周围应用石灰土或石灰粉煤灰砂砾填实。

④路基整修及翻浆处理：

(a)路基填挖工程接近设计标高时，应对道路中线位置和横、纵断面路基顶面高程及路基顶面中线两侧宽度按设计要求进行竣工测量，修改不符要求项目。

(b)挖方路基其顶面高程达到设计标高时，需进行碾压，使其压实度符合设计要求。当土干时，要洒水，当其含水量接近该土的最佳含水量时上碾。如有路肩部分，也视同路基碾压。

(c)填土边坡，不得有亏坡现象。填土路肩，压路机无法压实时，应用人工夯具夯实。

(d)如有边沟，通过修整挖除土方后，要求边坡、沟底纵坡符合设计要求，做到边直坡平。

(e)道路路基的土体，如因含水量过大，在车行、碾压时发生颤动或表面裂纹时，一律要进行翻浆处理。处理方法为：

局部翻浆的，要挖出换填含水量适宜的土，或将原土进行晾晒，当含水量适宜时，再回填碾压。或将含水量大的土中掺拌干石灰粉，以便降低含水量并加固土体。如因地下水位较高，土的湿度过大，可全部掺拌干石灰粉，即以石灰土处理路基顶层土，如仍不行，可采用路基下设盲沟降低地下水位的办法。或设隔离层，以隔断毛细水的上升。透水性隔离层有粒料、土工织物。不透水隔离层有沥青类材料，石灰粉煤灰砂砾，水泥砂砾及各种类型的土工膜等。

⑤质量检查。路基碾压完成时，按质量验收项目(宽度、纵、横断面高程、平整度、压实度等)检查，不合格处修整到符合规范、标准要求。

(2)路基压实要点

1)合理选用压实机具：考虑因素有路基土性质、工程量大小、施工条件和工期要求等。

2)压实方法与压实厚度：土质路基压实的原则：先轻后重、先稳后振、先低后高、先慢后快、轮迹重叠。压路机碾压不到的部位采用小型夯压机夯实，防止漏夯，要求夯击面积重叠 1/4—1/3。

压实的分层厚度、压实机具类型、碾压(夯击)遍数,均应视土的类型、湿度、设备及场地条件而定,以达到规定的压实度为准。有条件时应做试验段取得施工参数。一般情况下,土层摊铺厚度可参照施工技术规程。

3)掌握土层含水量:对过湿土翻松、晾干,或对过干土均匀加水,使其达到最佳含水量 $\pm 2\%$ 时进行碾压。

4)土质路基质量检查:试验压实密度和含水量,求得压实度,与规范要求对照,达不到质量要求的,应采取措施改进。

### 1.1.2 基层的基本施工技术

(1)常用基层的基本施工要求

1)粒料基层(底基层):

①粒料基层(底基层)包括内容及适用范围:

(a)粒料类包括内容:

嵌挤型——包括泥结碎石、泥灰结碎石、填隙碎石等。

级配型——包括级配碎石、级配砾石、符合级配的天然砂砾、部分砾石经轧制掺配而成的级配砾、碎石等。

(b)粒料类适用范围:

• 级配碎石适用于各级城市道路的基层和底基层。

• 级配砾石、级配碎砾石以及符合级配、塑性指数等技术要求的天然砂砾,可用做次干路和次干路以下的道路的基层,也可用做路面的底基层。

• 填隙碎石适用于各级城市道路的底基层和次干路、支路的基层。

②对粒料基层(底基层)的施工技术要求:

(a)各类基层、底基层的集料压碎值应符合现行规范规定。

(b)填隙碎石的单层铺筑厚度宜为 10~12cm,最大粒径宜为厚度的 0.5~0.7 倍。用做基层时,最大粒径不应超过 60mm;用做底基层时,最大粒径不应超过 80mm。填隙料可用石屑或最大粒径小于 10mm 的砂砾料或粗砂,主骨料和填隙料的颗粒组成可参照有关规范的规定。

(c)级配碎石宜用几种粒径不同的碎石和石屑掺配拌制而成,其粒料的级配组成应符合相应的试验规程的要求,且级配应接近圆滑曲线。用于底基层的未筛分碎石的级配,宜符合相应的试验规程的要求。级配碎石用做基层时,其压实度不应小于 98%;用做底基层时,其压实度不应小于 96%。

(d)级配砾石或天然砂砾用做基层或底基层,其颗粒组成应符合相应的试验规程的要求,且级配宜接近圆滑曲线。

(e)级配砾石或天然砂砾用做基层时,其重型击实标准的压实度不应小于 98%,CBR 值不应小于 160%;用做底基层时,其重型击实标准的压实度不应小于 96%,CBR 值对轻交通道路的不应小于 40%,对中等交通道路不应小于 60%。

(f)应事先通过试验确定集料的松铺系数并确定松铺厚度。人工摊铺混合料时,其松铺系数约为 1.40-1.50;平地机摊铺混合料时,其松铺系数约为 1.25—1.35。

(g)拌和结束时,混合料的含水量应均匀,并较最佳含水量大 1%左右,同时应没有粗细颗粒离析现象。

(h)整形后,当混合料的含水量等于或略大于最佳含水量时,立即用 12t 以上三轮压路机、振动压路机或轮胎压路机进行碾压。

(i)两作业段的衔接处,应搭接拌和。第一段拌和后,留 5—8m 不进行碾压,第二段施工时,



前段留下未压部分与第二段一起拌和整平后进行碾压。

(j)应避免纵向接缝。在必须分两幅铺筑时，纵缝应搭接拌和。前一幅全宽碾压密实，在后一幅拌和时，应将相邻的前幅边部约 30cm 搭接拌和，整平后一起碾压密实。

(k)未洒透层沥青或未铺封层时，禁止开放交通，以保护表层不受破坏。

2)无机结合料稳定类基层(也称半刚性类型)

①包括内容、适用范围：

(a)包括内容：

• 水泥稳定类：包括水泥稳定砂砾、砂砾土、碎石土、未筛分碎石、石屑、土等，以及水泥稳定经加工、性能稳定的钢渣、矿渣等。

• 石灰稳定类：包括石灰稳定土(石灰土)、天然砂砾土(石灰砂砾土)、天然碎石土(石灰碎石土)、以及用石灰土稳定级配砂砾(级配砂砾)、石灰稳定级配碎石(级配碎石)和石灰稳定矿渣(矿渣)等。

• 工业废渣稳定类：

石灰粉煤灰类：包括石灰粉煤灰(二灰)、石灰粉煤灰土(二灰土)、石灰粉煤灰砂(二灰砂)、石灰粉煤灰砂砾(二灰砂砾)、石灰粉煤灰碎石(二灰碎石)、石灰粉煤灰矿渣(二灰矿渣)等。

水泥粉煤灰类：包括水泥粉煤灰稳定砂砾、水泥粉煤灰稳定碎石及水泥粉煤灰稳定砂等。

今石灰煤渣类：包括石灰煤渣、石灰煤渣土、石灰煤渣碎石、石灰煤渣砂砾、石灰煤渣、矿渣、石灰煤渣碎石土等。

(b)适用范围：

• 水泥稳定类、石灰粉煤灰稳定类材料适用于各级城市道路的基层和底基层，但是水泥或石灰、粉煤灰稳定细粒土不能用做高级路面的基层。

• 石灰稳定类材料适用于各级城市道路的底基层，也可用做次干路和次干路以下道路的基层，但石灰稳定细粒土不能用做高级路面的基层。

②施工技术要求：

(a)采用水泥稳定碎石土、砾石土或含泥量大的砂、砂砾时，宜掺入一定剂量石灰进行综合稳定，当水泥用量占结合料总量的 30% 以上时，应按水泥稳定类进行设计，否则按石灰稳定类设计。

(b)水泥稳定粒径均匀、且不含或细料很少的砂砾、碎石以及不含土的砂时，宜在集料中添加 20%—40% 的粉煤灰，或添加剂量为 10%—12% 的石灰土进行综合稳定。

(c)各类无机结合料稳定基层材料的压实度(按重型击实标准)及 7d(在非冰冻区 25℃、冰冻区 20℃ 条件下湿养 6d、浸水 1d)龄期的无侧限抗压强度应满足现行规范的要求。

(d)过湿路段和冰冻地区的潮湿路段不应直接铺筑石灰土底基层，应在其下设置隔水垫层。

(e)水泥土、石灰土中土块应尽可能粉碎，土块最大尺寸不应大于 15mm。

(f)配料应准确；水泥土中水泥剂量不宜超过 6%。

(g)无论是厂拌还是路拌，洒水与拌和应均匀。

(h)应严格控制基层厚度和高程，其路拱横坡应与面层一致。

(i)应在混合料处于最佳含水量时碾压，达到以重型击实试验法为标准的最低压实度的要求。

(j)应用 12t 以上的压路机碾压，随碾压增加，压实厚度也可增加，最多不超过 20cm；使用压路机应先轻型后重型。

(k)水泥土路拌法施工，从加水拌和到碾压终了的延续时间，不应超过 3-4h，并应小于水泥的终凝时间。集中厂拌法施工，不应超过 2h。

(l)严禁用薄层贴补法进行找平。

(m)必须保湿养生。

(n)养生期内严禁车辆通行。

总之，基层应做到：坚实平整；结构强度稳定，无显著变形；材料均匀一致；表面干净无松散颗粒；干燥。即做到实、稳、匀、洁、干。

### 1.1.3 面层施工技术

#### (1)沥青混凝土面层施工技术要点

##### 1)沥青混凝土路面对基层要求：

- ①强度、刚度、干燥收缩和温度收缩变形、高程符合要求。
- ②具有稳定性。
- ③表面应平整密实；拱度与面层的拱度应一致。

##### 2)施工工艺要点：

###### ①一般规定：

(a)热拌沥青混凝土混合料按集料最大粒径分，主要有粗粒式、中粒式、细粒式、砂粒式四种，另有适于抗滑表层铺筑的 AK 系列。

(b)沥青混凝土面层集料的最大粒径宜从上至下逐渐增大。上面层沥青混合料集料的最大粒径不宜超过层厚的  $1/2$ ，中、下面层及联结层的集料最大粒径不宜超过层厚的  $2/3$ 。

采用双层或三层式结构的沥青混凝土面层中应有一层及一层以上是 I 型密级配沥青混凝土混合料。

###### ②施工准备：

(a)施工材料经试验合格后选用。施工机械需配套并有备用，保持完好状态。

(b)沥青加热温度及沥青混合料拌制、施工温度应根据沥青品种、标号、粘度、气候条件及铺筑层的厚度，按规范要求选用。当沥青粘度大、气温低、铺筑层厚度小时，施工温度宜用高限。

(c)热拌沥青混合料的配合比设计分三个阶段：目标配合比设计、生产配合比设计、生产配合比验证。设计中采用的马歇尔试验技术指标包括稳定度、流值、空隙率、沥青饱和度、残留稳定度。城市主干路、快速路的上、中面层还需通过高温车辙试验，检验抗车辙能力，指标是动稳定度。

(d)重要的沥青混凝土路面宜先修 100—200m 试验段，主要分试拌、试铺两个阶段，取得相应的参数。

###### ③热拌沥青混合料的拌制、运输：

(a)沥青混合料必须在沥青搅拌厂(场、站)采用搅拌机拌和。沥青应分品种、分标号密闭储存。搅拌厂应有良好的防雨及排水设施，并应符合国家有关环境保护、消防、安全等方面的规定；还应配备试验仪器齐全的试验室，保证生产质量。

(b)城市主干路、快速路的沥青混凝土宜采用间歇式(分拌式)搅拌机拌和。它具有自动配料系统，可自动确定每盘料的拌和量、拌和温度、时间等拌和参数。

(c)拌制的沥青混合料应均匀一致，无花白料、无结团成块或严重的粗细料分离现象。

(d)为配合大量生产混合料，宜用大吨位自卸汽车运输。运输时应防止沥青和汽车货厢底板、侧板粘结。为达这一目的，可对货厢底板、侧板均匀喷涂一薄层油水(柴油：水为 1：3)混合液，注意不得将油聚积在车厢底部。

(e)从搅拌锅往汽车中卸料时，要前后均匀卸料，防止粗细料分离。运输过程中要对沥青混合料加以覆盖，以保温、防雨及保护环境。

###### ④热拌沥青混合料的施工：

(a)摊铺 对城市主干路、快速路宜采用两台(含两台)以上摊铺机成梯队作业，进行联合摊铺。

相邻两幅之间宜重叠 5—10cm，前后摊铺机宜相距 10—30m，且保持混合料合格温度。摊铺机应具有自动调平、调厚装置，具有足够容量的受料斗和足够的功率可以推动运料车，具有初步振实、熨平装置，摊铺宽度可以调整。

城市主干路、快速路施工气温低于 10℃时，或其他等级道路施工气温低于 5℃时均不宜施工。

沥青混合料的松铺系数应根据混合料类型、施工机械、施工工艺等由试铺试压方法确定。无实际资料时，沥青混凝土混合料松铺系数为：机械摊铺 1.15—1.3，人工摊铺 1.25-1.50，以上数据可供参考。摊铺沥青混合料应缓慢、均匀、连续不间断。用机械摊铺的混合料，不得用人工修整。

(b)碾压和成型 摊铺后紧跟碾压工序，压实分初压、复压、终压(包括成型)三个阶段。正常施工时碾压温度为 110—140℃，且不低于 110℃；低温施工碾压温度 120-150℃。碾压终了温度不低于 65-80℃。碾压速度应慢而均匀。初压时料温较高，不得产生推移、开裂。压路机应从外侧向中心碾压，相邻碾压带重叠 1/3—1/2 轮宽。碾压时应将驱动轮面向摊铺机，利用重力将料往下压，防止推移。复压采用重型轮胎压路机或振动压路机，不宜少于 4—6 遍，直至达到要求的压实度。终压可用轮胎压路机或振动压路机，不宜少于 2 遍，直至无轮迹。在连续摊铺后的碾压中，压路机不得随意停顿。为防止碾轮粘沥青，可将掺洗衣液的水喷洒碾轮，严禁涂刷柴油。

压路机不得在未碾压成型并冷却的路面上转向、调头或停车等候。也不得在成型路面上停放任何机械设备或车辆，不得散落矿料、油料等杂物，加强成品保护意识。碾压的最终目的是保证压实度和平整度达到规范要求。

(c)接缝 摊铺梯队作业时的纵缝应采用热接缝。上下层的纵缝应错开 15cm 以上。上面层的纵缝宜安排在车道线上。相邻两幅及上下层的横接缝应错位 1m 以上。中、下层可采用斜接缝，上层可用平接缝。接缝应粘结紧密、压实充分、连接平顺。

(d)开放交通 热拌沥青混合料路面完工后待自然冷却，表面温度低于 50℃后，方可开放交通。

## (2)水泥混凝土面层施工技术要点

### 1)水泥混凝土路面的特点：

①水泥混凝土路面的概念：水泥混凝土路面，包括普通混凝土(素混凝土)、钢筋混凝土、连续配筋混凝土、预应力混凝土、装配式混凝土、钢纤维混凝土和混凝土小块铺筑等面层板和基(垫)层所组成的路面。目前采用最广泛的是就地浇筑的普通混凝土路面，简称混凝土路面。

所谓普通混凝土路面，是指除接缝区和局部范围(边缘和角隅)外不配置钢筋的混凝土路面。

### ②水泥混凝土路面的优点：

- (a)强度高；
- (b)稳定性好；
- (c)耐久性好；
- (d)养护费用少、经济效益高；
- (e)有利于夜间行车；
- (f)有利带动当地建材业的发展。

### ③水混凝土路面的缺点：

- (a)对水泥和水的需要量大；
- (b)有接缝；
- (c)开放交通较迟；
- (d)修复困难。

### 2)水泥混凝土路面对原材料的要求：

①面层混凝土材料的要求。修筑水泥混凝土面层所用的混合料，比其他结构物所使用的混合料要有更高的要求，因为它受到动荷载的冲击、摩擦和反复弯曲作用，同时还受到温度和湿度反

复变化的影响。

(a)面层混凝土材料必须具有较高的抗弯拉强度和耐磨性，良好的耐冻性以及尽可能低的膨胀系数和弹性模量。

(b)湿混合料应有适当的施工和易性，一般规定其坍落度为 0—30mm，工作度约 30s。

(c)在工时，要求混凝土强度满足设计要求。通常，要求面层混凝土的 28d 抗弯强度达到 4.0-5.0MPa，28d 抗压强度达至 U 30-35MPa。

②粗集料的要求：

(a)混凝土混合料中的粗集料(>5mm)宜选用岩浆岩或未风化的沉积岩碎石。最好不用石灰岩碎石，因为易被磨光，导致表面过滑。

(b)粗集料(碎石或砾石)应质地坚硬、耐久、洁净，符合规定级配，最大粒径不应超过 40mm。

(c)碎石或砾石的技术要求应符合相应的技术标准。

③细集料的要求：

(a)混凝土中小于 5mm 的细集料可用天然砂。

(b)要求颗粒坚硬耐磨，具有良好的级配，表面粗糙而有棱角，清洁，有害杂质含量少，细度模数在 2.5 以上。

(c)其技术要求应符合相应的技术标准。

④水泥的要求。面层混凝土一般使用普通硅酸盐水泥，强度为 42.5、52.5 和 62.5 级。对照标准可参见相应的施工规范。

⑤水的要求。拌制和养护混凝土用的水，以饮用水为宜。

⑥外掺剂的种类和使用方法可参见相应的设计和施工技术规范。

3)水泥混凝土路面的施工技术：水泥混凝土面层铺筑的技术方法有滑模机械铺筑、三辊轴机组铺筑、轨道摊铺机铺筑、小型机具铺筑和碾压混凝土等五种方法。

①施工准备工作：

(a)材料准备及其性能检验

(b)混凝土配合比检验与调整

(c)基层检验与整修

②测量放样。测量放样是水泥混凝土路面施工的一项重要工作。

(a)应根据设计图纸放出路中心线及路边线，在路中心线上一一般每 20m 设一中心桩，同时应设胀缩缝、曲线起讫点和纵坡转折点等中心桩，并相应在路边各设一对边桩。

(b)放样时，基层的宽度应比混凝土板每侧宽出 25—35cm。膨胀土路基上的基层，其宽度应横贯整个路基。

(c)主要中心桩应分别固定在路旁稳固位置。测设临时水准点于路线两旁固定建筑物上或另设临时水准桩，每隔 100m 左右设置一个，不宜过长，以便于施工时就近对路面进行标高复核。

(d)根据放好的中心线及边线，在现场核对施工图纸的混凝土分块线。要求分块线距窞井盖及其他公用事业检查井盖的边线至少 1m 的距离，否则应移动分块线的位置。

(e)放样时为了保证曲线地段中线内外侧车道混凝土块有较合理的划分，必须保持横向分块线与路中心线垂直。

(f)对测量放样必须经常进行复核，包括在浇捣混凝土过程中，做到勤测、勤核、勤纠偏。

③模板及其架设与拆除。施工模板应采用刚度足够的槽钢，轨模或钢制模板侧模板；模板与混凝土拌和物接触表面应涂脱模剂；模板拆除应在混凝土抗压强度不小于 8.0MPa 方可进行。

④混凝土拌和。应根据拌和物的黏聚性、均质性及强度稳定性试拌确定最佳拌和时间；外加

剂应以稀释溶液加入，其稀释用水和原液中的水量，应从拌和加水量中扣除；拌和引气混凝土时，搅拌楼一次拌和量不应大于其额定搅拌量的 90%。

⑤混凝土拌和物的运输。应根据施工进度、运量、运距及路况，选配车型和车辆总数；混凝土运输过程中应防止漏浆、漏料和污染路面，途中不得随意耽搁。自卸车运输应减小颠簸，防止拌和物离析。车辆起步和停车应平稳。

⑥混凝土的摊铺。混凝土路面施工通常采用轨道式摊铺机和小型机具进行施工。

(a)摊铺前应对基层表面进行洒水润湿，但不能有积水。

(b)混凝土入模前，先检查坍落度，控制在配合比要求坍落度 $\pm 1\text{cm}$ 范围内，制作混凝土检测抗压抗折强度的试件。

(c)摊铺过程中，间断时间应不大于混凝土的初凝时间。

(d)摊铺现场应设专人指挥卸料，应根据摊铺宽度、厚度，每车混凝土数量均匀卸料。严格掌握不能亏料，可适当富余，但又不能太多，防止被刮到模板以外。

(e)摊铺过后，对拉杆要进行整理，保证拉杆平行与水平，同时要用铝合金直尺进行平整度初查，确保混凝土表面平整不缺料。

(f)每日工作结束，施工缝宜设在胀缝或缩缝处，按胀缝和缩缝要求处治。因机械其他原因中断浇筑时，可设临时工作缝。临时工作缝宜设在缩缝处按缩缝处理。

(g)当摊铺到胀缝位置时，应按胀缝设计要求设置胀缝和安装传力杆，传力杆范围内的混凝土可用人工振实和整平。如继续浇筑，摊铺机需跳开一块板的长度开始进行，留下部分待模板拆除并套上胀缝后用人摊铺振动成型。

(h)摊铺机在摊铺时，两侧应各设 1 名辅助操作员，保证摊铺机运行安全和摊铺质量。

⑦混凝土振动(小型机具施工):

(a)在待振横断面上，每车道路面应使用 2 根振动棒，组成横向振动棒组，沿横断面连续捣密实，并注意路面板底、内部和边角处不得欠振或漏振。

(b)振动棒在每一处的持续时间，应以拌和物全面振动液化，表面不再冒气泡和泛水泥浆为限，不宜过振，也不宜少于 30s。振动棒的移动间距不宜大于 500mm；至模板边缘的距离不宜大于 200mm。应避免碰撞模板、钢筋、传力杆和拉杆。

(c)在振动棒已完成振实的部位，可开始振动板纵横交错两遍全面提浆振实，每车道路面应配备 1 块振动板。

(d)振动板移位时，应重叠 100-200mm，振动板在一个位置的持续振动时间不应少于 15s。振动板须由两人提位振动和移位，不得自由旋转或长时间持续振动。移位控制以振动板底部和边缘泛浆厚度 $3\pm 1\text{mm}$ 为限。

(e)缺料的部位，应铺以人工补料找平。

(f)振动梁振实，每车道路面宜使用 1 根振动梁。振动梁应具有足够的刚度和质量，振动梁应垂直路面中线沿纵向拖行，往返 2—3 遍，使表面泛浆均匀平整。

⑧整平饰面。每车道路面应配备 1 根滚杠(双车道两根)。振动梁振实后，应拖动滚杠往返 2—3 遍提浆整平；拖滚后的表面宜采用 3m 刮尺，纵模各 1 遍整平饰面，或采用叶片式或圆盘式抹面机往返 2—3 遍压实整平饰面；在抹面机完成作业后，应进行清边整缝，清除粘浆，修补缺边、掉角。整平饰面后的面板表面应无同印痕，致密均匀，无露骨，平整度应达到规范要求。

⑨纵缝施工。当一次铺筑宽度小于路面和硬路肩总宽度时，应设纵向施工缝，位置应避免轮迹，并重合或靠近车道线，构造可采用平缝加拉杆型。当所摊铺的面板厚度大于 260mm 时，也可采用插拉杆的企口型纵向施工缝；当一次铺筑宽度大于 4.5m 时，应采用假缝拉杆型纵缝。

⑩横缝施工。横缝包括横向施工缝、缩缝和胀缝。

每天摊铺结束或摊铺中断时间超过 30min 时，应设置横向施工缝。

普通混凝土路面横向缩缝宜等间距布置。不宜采用斜缝。不得不调整板长时，最大板长不宜大于 6.0m；最小板长不宜小于板宽。横向缩缝的切缝方式有全部硬切缝、软硬结合切缝和全部软切缝三种。切缝方式的选用，应由施工期间该地区路面摊铺完毕到切缝时的昼夜温差确定。

集料温缩系数或年温差较大，路面两端构造物间距大于等于 500m 时，宜设一道中间胀缝；低温施工，路面两端构造物间距大于等于 350m 时，宜设一道胀缝。邻近构造物、平曲线或与其他道路相交处的胀缝应按《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGI40)的规定设置。

四抗滑构造施工。摊铺完毕或精整平表面后，宜使用钢支架拖挂 1—3 层叠合麻布、帆布或棉布，洒水湿润后作拉毛处理；有条件时亦可采用人工拉槽方式；特重和重交通混凝土路面宜采用硬刻槽。

⑨混凝土路面养生。混凝土路面铺筑完成或软作抗滑构造完毕后立即开始养生。养生时间根据混凝土弯拉强度增长情况而定，不宜小于设计弯拉强度的 80%。混凝土板养生初期，严禁人、畜、车辆通行，在达到设计强度 40%后，行人方可通行。

⑩灌缝。在填缝前，应先采用切缝机消除接缝中夹杂的砂石，凝结的泥浆等。涂粘剂后，灌进适宜的填缝料。在灌缝料养生期间应封闭交通。

#### 1.1.4 道路工程的基本知识

##### (1)路基病害的防治措施

1)路基的主要病害：路基裸露在大气中，经受着土体自重、行车荷载和各种自然因素的作用，路基的各个部位将产生变形。路基的变形分为可恢复的变形和不可恢复变形，路基的不可恢复变形将引起路基标高和边坡坡度、形状的改变。严重时，造成土体位移，危及路基的整体性和稳定性，造成路基各种破坏。

路基的主要病害有以下几种：

①路基沉陷。路基沉陷是指路基表面在垂直方向产生较大的沉落，如图 1-1(a)所示。路基的沉陷可以有两种情况：一是路基本身的压缩沉降；二是由于路基下部天然地面承载能力不足，在路基自重的作用下引起沉陷或向两侧挤出而造成的。

路基的沉陷是因路基填料选择不当，填筑方法不合理，压实度不足，在路基堤身内部形成过湿的夹层等因素，在荷载和水温综合作用之下，引起路基沉陷，如图 1-1(b)所示。

地基的沉陷是指原天然地面有软土、泥沼或不密实的松土存在，承载能力极低，路基修筑前未经处理，在路基自重作用下，地基下沉或向两侧挤出，引起路基下陷，如图 1—1(c)所示。

②边坡滑塌。路基边坡滑塌是最常见的路基病害，根据边坡土质类别，破坏原因和规模的不同，可分为溜方与滑坡两种情况。

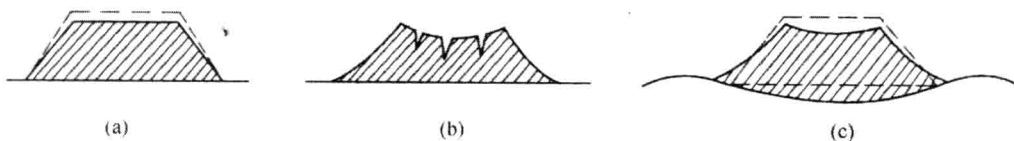


图 1-1 路基沉陷

(a) 路基沉陷；(b) 路基沉缩；(c) 地基沉陷

(a)溜方 少量土体沿土质边坡向下移动所形成。溜方通常指边坡上表面薄层土体下溜，主要是由于流动水冲刷边坡或施工不当而引起的，如图 1-2(a)、(b)所示。

(b)滑坡 一部分土体在重力作用下沿某一滑动面滑动。滑坡主要是由于土体的稳定性不足所引起的,如图1-2(c)所示。

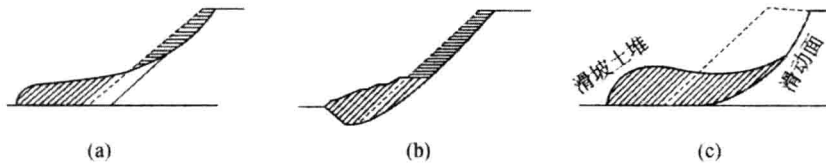


图1-2 路基边坡的破坏  
(a)、(b)为溜方;(c)滑坡

路堤边坡坡度过陡,或边坡坡脚被冲刷淘空,或填土层次安排不当都是路堤边坡发生滑坡的主要原因。

路堑边坡滑坡的主要原因是边坡高度和坡度与天然岩土层次的性质不相适应。粘性土层和蓄水的砂石层交替分层蕴藏,特别是有倾向于路堑方向的斜坡层理存在时,就容易造成滑动。

③碎落和崩塌。剥落和碎落是指路堑边坡风化岩层表面,在大气温度与湿度的交替作用和,以及雨水冲刷和动力作用下,表层岩石从坡面上剥落下来,向下滚落。大块岩石脱离坡面沿边坡滚落称为崩塌。

④路基沿山坡滑动。在较陡的山坡填筑路基,若路基底部被水浸湿,形成滑动面,坡脚又未进行必要的支撑,在路基自重和行车荷载作用下,整个路基沿倾斜的原地面向下滑动,路基整体失去稳定。

⑤不良地质和水文条件造成的路基破坏。道路通过不良地质条件(如泥石流、溶洞等)和较大自然灾害(如大暴雨)地区,均可能导致路基的大规模毁坏。

2)路基病害防治:为提高路基的稳定性,防治各种病害的产生,主要有以下一些措施:

①正确设计路基横断面。

②选择良好的路基用土填筑路基,必要时对路基上层填土作稳定处理。

③采取正确的填筑方法,充分压实路基,保证达到规定的压实度。

④适当提高路基,防止水分从侧面渗入或地下水位上升进入路基工作区范围。

⑤正确进行排水设计(包括地面排水、地下排水、路面结构排水以及地基的特殊排水)。

⑥必要时设计隔离层隔绝毛细水上升,设置隔温层减少路基冰冻深度和水分累积,设置砂垫层以疏干土基。

⑦采取边坡加固、修筑挡土结构物、土体加筋等防护技术措施,以提高其整体稳定性。以上各项技术措施目的在于限制水分侵入路基或使已侵入路基的水分迅速排除,保持干燥,提高路基的整体强度与稳定性。

(2)土的主要物理力学性质指标

土的三相(固体颗粒、水和气)组成特性,构成了其许多物理力学特性。土的物理力学基本指标主要有:

1)质量密度:土的质量与其体积之比;

2)孔隙比:土的孔隙体积与土粒体积之比;

3)孔隙率:土的孔隙体积与土的体积(三相)之比;

4)含水量:土中水的质量与干土粒质量之比;

5)饱和度:土中水的体积与土中孔隙体积之比;

6)界限含水量:黏性土由一种物理状态向另一种物理状态转变的界限状态所对应的含水量;

7)液限：土由流动状态转入可塑状态的界限含水量，是土的塑性上限，称为液性界限，简称液限；

8)塑限：土由可塑状态转为半固体状态时的界限含水量为塑性下限，称为塑性界限，简称塑限；

9)塑性指数：土的液限与塑限之差值；

10)液性指数：土的天然含水量与塑限之差值与塑性指数之比；

11)渗透系数：土被水透过称为土的渗透性，水在土孔隙中流动则为渗流。在一定水力梯度下，渗流速度反映土的渗透性强弱，渗透系数是渗流速度与水力梯度成正比的比例系数；

12)内摩擦角与粘(内)聚力：土的抗剪强度由滑动面上土的粘聚力(阻挡剪切)和土的内摩阻力两部分组成，摩阻力又与法向应力成正比，其中内摩擦角反映了土的摩阻性质。因而内摩擦角与粘聚力是土抗剪强度的两个力学指标。

### 1.1.5 不良土质对道路工程的影响

#### (1)软土、湿陷性黄土、膨胀土、冻土等不良土质对道路工程的影响

1)由淤泥和淤泥质土、水下沉积的饱和软粘土为主组成的软土在我国南方有广泛分布，这些土都具有较高的天然含水量、大的孔隙比、透水性差、压缩性高、强度低等特点。软土路基的主要破坏特征是路基的沉降过大引起路基开裂损坏。在较大的荷载作用下，地基易发生整体剪切、局部剪切或刺入破坏，造成路面沉陷和路基失稳。容易因孔隙水压力过大(来不及消散)，剪切变形过大，造成路基边坡失稳。

常用的处理方法有换填法、挤密法、排水固结法等。选择处理方法除满足安全可靠的要求外，应综合考虑工程造价、施工技术和工期等问题。

2)湿陷性黄土土质较均匀，结构疏松，孔隙发育。在未受水浸湿时，一般强度较高，压缩性较小。在一定压力下，受水浸湿土结构会迅速破坏，产生较大附加下沉，强度迅速降低。

由于大量节理和裂隙的存在，黄土的抗剪强度表现出明显的各向异性。主要病害有路基路面发生变形、凹陷、开裂，道路边坡发生崩塌、剥落，道路内部易被水冲蚀成土洞和暗河。为保证路基的稳定，在湿陷性黄土地区施工应注意采取特殊的加固措施，减轻和消除其湿陷性。可采取灰土垫层法、强夯法、灰土挤密桩等成本低、施工简便、效果好的方法进行处理，并采取措施做好路基的防冲、截排、防渗。加筋土挡土墙是黄土地区得到迅速推广的有效的防护措施。

3)膨胀土主要由具有吸水膨胀性和失水收缩性黏土矿物组成，该土具有较大的塑性指数，在坚硬状态下该土的工程性质较好。但其显著的胀缩特性可使路基发生变形、位移、开裂、隆起等严重的破坏。

膨胀土路基主要应解决的问题是减轻和消除路基胀缩性对路基的危害，可采取的措施包括用石灰桩、水泥桩等其他无机结合料对膨胀土路基进行加固和改良，也可用开挖换填、堆载预压对路基进行加固。同时应采取做好路基的防水和保温。设置排水沟，采用不透水的面层结构，在路基中设不透水层，在路基裸露的边坡等部位植草、植树等措施可调节路基内干湿循环，减少坡面径流，并增强坡面的防冲刷、防变形、防溜塌能力。

4)冻土分为季节性冻土和多年性冻土两大类。冻土在冻结状态强度较高、压缩性较低，融化后承载力急剧下降，压缩性提高，地基容易产生融沉。而冻土中产生的冻胀对地基不利。一般土颗粒愈细，含水量愈大，土的冻胀和融沉性愈大，反之愈小。在城市道路中，土基冻胀量与冻土层厚度成比例。土质与压实不均匀也容易发生不均匀沉降。对于季节性冻土，为了防止路面因路基冻胀发生大变形而破坏，在工程设计中应注意以下几点处理原则和方法来防止路基冻害：

①应尽量减少和防止地面或地下水源的水分在冻结前冻结过程中渗入路基上部。可抬高路基，



使其满足最小填土高度。

②选用不发生冻胀的路面结构层材料，了解不同路面材料、土基及路面下的冰冻深度与温度之间的关系，使土基冻层厚度不超过一定限度。限制土基的冻胀量不超过允许值。

③对于不满足冻胀要求的结构，可采用调整结构层的厚度或采用隔温性能好的材料的措施来满足防冻胀要求。多孔矿渣是较好的隔温材料。

④为防止不均匀冻胀，防冻层厚度(包括路面)应不小于规范要求。

### 1.1.6 明挖基坑施工的基本要求

(1)网喷混凝土加固基坑壁的施工技术要求

网喷混凝土支护指联合使用喷射混凝土与钢筋网的一种加固、支护方法。钢筋网可提高喷射混凝土结构物的柔性和整体性，使喷层中应力分布均匀。

1)网喷混凝土加固基坑壁施工的一般要求如下：

①按设计要求，逐层开挖、逐层加固。

②基坑开挖深度小于 10m 的较完整风化基岩，可直接喷射素混凝土。喷射前应定距离埋设钢筋，以露出岩面的长度作为喷射厚度的标志。

③当用锚杆挂网喷射混凝土支护、开挖基坑时，各层锚杆要求进入稳定层的长度和间距、钢筋的直径或钢绞线的束数，应符合设计要求。

④坑壁上有明显出水点处，应设置导管排水。

⑤喷射完成后，检查混凝土的平均厚度、强度，其值均不得小于设计要求，锚杆的平均抗拔力不小于设计值，最小拔力不小于设计值的 90%。混凝土喷射表面应平 / 顷，钢筋和锚杆不外露。

2)喷射混凝土：喷射混凝土指使用混凝土喷射机，按一定的混合程序，将掺有速凝剂的混凝土，喷射到岩壁表面上，并迅速固结成一层支护结构，从而对围岩起到支护作用。喷射机和搅拌机配套喷射混凝土施工如图 1—3 所示。

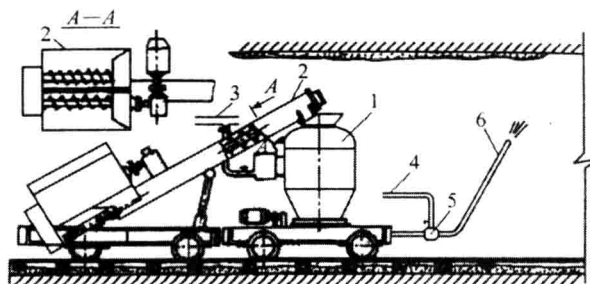


图 1-3 喷射机与搅拌机配套喷射混凝土施工

1—喷射机；2—搅拌、转载机(C3Y)型；3—压风管；4—供水管；5—混合管；6—料管

①原材料：

(a)应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，也可选用矿渣硅酸盐水泥或火山灰质 硅酸盐水泥，必要时，采用特种水泥。水泥强度等级不应低于 32. 5MPa。

(b)应采用坚硬耐久的中砂或粗砂，细度模数宜大于 2. 5。干法喷射时，砂的含水率宜控制在 5%—7%；当采用防粘料喷射机时，砂含水率可为 7%—10%。

(c)应采用坚硬耐久的卵石或碎石，粒径不宜大于 15mm；当使用碱性速凝剂时，不得使用含有活性二氧化硅的石材。