



# 公路与桥涵工程 常用施工技术问答

—— 路桥集团公路一局 编著

人民交通出版社

公路与桥涵工程常用施工技术问答



中国公路建设出版社  
地址：北京市阜成门内大街2号  
电话：(010) 68330000  
邮编：100045



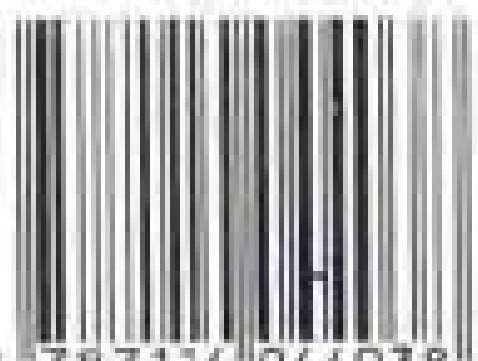
# 公路一局施工技术丛书

## 近期推出：

- 桥梁施工组织设计与实例
- 公路与桥涵工程常用施工技术问答
- 公路工程施工方法与实例



ISBN 7-114-04403-8



9 787114 044038 >

ISBN 7-114-04403-8

U · 03244

定价：19.50 元

# 公路与桥涵工程 常用施工技术问答

路桥美语公路一局 编著  
人民交通出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

公路与桥涵工程常用施工技术问答 / 路桥集团公路一局编著. —北京: 人民交通出版社, 2002. 9  
ISBN 7-114-04403-8

I. 公... II. 路... III. ①道路工程—工程施工—问答②桥涵工程—工程施工—问答 IV. ①U415②U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 056385 号

公路一局施工技术丛书

## 公路与桥涵工程常用施工技术问答

路桥集团公路一局 编著

正文设计: 彭小秋 责任校对: 刘晓方 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 10.5 字数: 164 千

2002 年 10 月 第 1 版

2002 年 10 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—5000 册 定价: 19.50 元

ISBN 7-114-04403-8

U · 03244

# 内容提要

公路工程施工技术丛书 第 1 分册

NEIRONG TIYAO

本书为《公路一局施工技术丛书》之一。

本书集公路一局(原交通部第一公路工程总公司)两任局领导,数位总工程师、副总工程师,十余位高级工程师四十年工程实践经验,历时四年,两次修订而成。正式出版前曾在一局内部广泛推广使用,深受现场施工技术人员好评。

本书以一问一答的形式,针对公路与桥涵工程施工作业中的工艺技术要点、质量控制重点进行了阐述。文中还以顺口溜的形式对关键技术要点进行了概括,简明扼要,通俗流畅,方便实用。

相信本书的出版对现场工长和施工员组织作业实施、掌握技术要领、确保工程质量会有所帮助。

# 《公路一局施工技术丛书》

编委会

主编 侯金龙

编委	刘元泉	常广生	刘树良
	陆仁达	曹玉新	朱江
	周兵	周钢	田克平
	刘元炜	张庆繁	孙重光
	刘文华		



# 出版说明

## FOREWORD

改革开放以来,我国的公路建设事业突飞猛进,成绩斐然。通过近年来的工程实践,大部分工程技术人员已基本掌握了公路工程施工的常规技术及组织管理方法。广大工程技术人员迫切需要一批反映公路工程关键技术难点,同时辅以工程实例的参考书,供一线工程技术人员解决施工中的具体问题之用。鉴于此,人民交通出版社特约请施工技术水平和组织管理水平均居公路施工行业领先地位的路桥集团公路一局组织编写了《公路一局施工技术丛书》,近期推出《公路与桥涵工程常用施工技术问答》、《公路工程施工方法与实例》、《桥梁施工组织设计与实例》三本,希望该套丛书能为公路工程技术人员解决实际问题提供帮助。

·《公路与桥涵工程常用施工技术问答》一书集公路一局数位总(副总)工程师四十年实践经验,以问答形式对公路工程中容易出现问题的施工环节中的要点进行了提示和答疑。本书为口袋本,以方便一线技术

人员在工地使用。

·《公路工程施工方法与实例》一书介绍了公路工程的施工方法。各种施工方法后均附公路一局既往承建工程实例,说明具体施工技术及工艺步骤。内容丰富、翔实,具有很强的可参照性。

·《桥梁施工组织设计与实例》一书介绍了桥梁工程施工组织设计的内容、方法和步骤,并附总体施工组织设计和单位工程施工组织设计的完整案例,实用性强。

路桥集团第一公路工程局(简称公路一局)是我国公路施工行业的大型国有企业,同时是中国建筑施工企业综合实力百强企业。自1963年建局以来,公路一局为我国的公路交通建设事业做出了突出的贡献,多项承建工程荣获国家级和省部级优秀工程奖。

由公路一局主持编写的《公路桥涵施工技术规范》、《公路路基施工技术规范》、《公路施工手册——桥涵》等交通行业标准 and 重要的大型工具书为促进公路施工行业整体技术水平的提高做出较大贡献。

本套丛书反映了公路一局总体施工技术水平,是公路一局几代工程技术人员智慧的结晶。相信丛书的出版会受到一线工程技术人员欢迎。

人民交通出版社

二〇〇二年九月



# 目 录

CONTENTS

## 一、路 基 施 工

1. 路基填土的击实试验频次有什么要求? ..... 3
2. 为什么说路基施工排水先行? ..... 3
3. 路基填前清表碾压有什么要求? ..... 4
4. 路基填料的选择有什么要求? ..... 5
5. 路堤填筑阶梯相互搭接有什么要求? ..... 6
6. 填土路堤分层厚度有什么要求? ..... 6
7. 填土路堤填筑宽度有什么要求? ..... 7
8. 用不同的土质混合填筑路堤时应注意  
    什么事项? ..... 8
9. 桥(涵)台背填土施工有什么要求? ..... 9
10. 压实机械的选择有什么要求? ..... 10
11. 压实含水量如何调节? ..... 10
12. 填方路堤碾压有什么要求? ..... 11

13.路堤压实度的要求是什么？ .....	12
14.路堤施工控制中的压实度检验与工序 交接的压实度检验有什么区别？ .....	14
15.上质路堤压实度检验有什么要求？ .....	15
16.高填方路堤与普通路堤填筑有什么主要 区别？ .....	16
17.高填方路堤压实有什么特点？ .....	17
18.填石路堤的填料有什么要求？ .....	18
19.填石路堤分层厚度和摊铺有什么要求？ .....	19
20.填石路堤压实有什么特点？ .....	20
21.土石路堤分层厚度、石料粒度有什么要求？ ...	21
22.土石路堤压实有什么特点？ .....	21
23.稻田地区路基施工有什么特点？ .....	22
24.黄土地地区路基施工有什么特点？ .....	23
25.膨胀土地地区路基施工有什么特点？ .....	24
26.塑板桩处治软土地基施工要求有哪些？ .....	25
27.水泥粉喷桩施工应注意什么？ .....	27
28.粉煤灰路堤摊铺压实控制要点是什么？ .....	28
29.公路路堑石方开挖为什么要限制大爆破？ .....	30
30.石方爆破中用什么措施保护边坡稳定？ .....	31
31.为什么单边坡石质深挖路堑不能采用松 动爆破、减弱松动爆破和药室爆破？ .....	31
32.什么是爆破排淤填石？施工时依据何种	

规程? .....	32
-----------	----

## 二、基层、底基层施工

33. 稳定土的分类和适用范围有什么规定? .....	37
34. 稳定土混合料标准强度有什么要求? .....	38
35. 水泥稳定土对水泥有什么要求? .....	38
36. 石灰稳定土对石灰有什么要求? 使用中注意事项有哪些? .....	39
37. 稳定土对土有什么要求? .....	40
38. 稳定土对集料最大粒径有什么要求? .....	42
39. 稳定土对碎石和砾石压碎值有什么 要求? .....	42
40. 稳定土中控制集料级配的目的是什么? .....	43
41. 稳定土混合料组成设计的任务是什么? .....	44
42. 稳定土混合料一般检测哪些项目? .....	44
43. 稳定土混合料试件如何进行养护? .....	45
44. 选定合适的水泥和石灰剂量要注意什么? .....	46
45. 在现场施工中水泥和石灰剂量用什么 方法测定? .....	47
46. 粗集料含量发生变化时标准干密度 和最佳含水量如何校正? .....	48
47. 稳定土施工时应遵守哪些规定? .....	50
48. 稳定土的最低施工气温有什么要求? .....	51

49. 稳定土在雨季施工时应注意哪些事项? .....	52
50. 水泥稳定土路拌法施工的主要工艺 流程是什么? .....	53
51. 石灰工业废渣稳定土集中厂拌法施工 主要工艺流程是什么? .....	54
52. 稳定土层施工的测量放样有什么要求? .....	55
53. 对稳定土的下承层检测哪些项目? .....	55
54. 稳定土先做试验段的目的是什么? .....	56
55. 料场集料的采集要注意哪些事项? .....	57
56. 如何计算和控制路段上集料的用量? .....	58
57. 如何计算和控制水泥(石灰)摊铺面积? .....	59
58. 袋装水泥(石灰)如何摊铺? .....	60
59. 稳定土湿拌洒水时注意哪些事项? .....	61
60. 水泥稳定土路拌法施工作业段长度如何 确定? .....	62
61. 稳定土路拌法施工拌和中注意哪些事项? .....	63
62. 稳定土集中拌和有什么要求? .....	64
63. 稳定土运输中有何要求? .....	65
64. 稳定土采用平地机摊铺混合料时 注意哪些事项? .....	66
65. 路拌法施工进行整形操作时注意哪些 事项? .....	67
66. 在碾压过程中应该遵循哪些原则? .....	68

67.路拌法施工时纵横接茬处应如何处理? .....	69
68.摊铺机摊铺时纵横向接缝如何处理? .....	71
69.采用弱膨胀土做灰土、二灰土基层的施工 要点是什么? .....	72
70.采用低塑性土施工灰土、二灰土基层时 易出现什么问题? 如何处理? .....	73
71.如何对稳定土进行养护? .....	74
72.稳定层碾压成形后为什么不能开放交通? .....	77
73.稳定层的主要检测内容与验收标准是什么? .....	78

### 三、沥青混凝土路面施工

74.重交通与中轻交通道路石油沥青的技术 标准有何区别? .....	85
75.用于沥青面层的粗、细集料的质量要求 有哪些? .....	87
76.沥青混合料为什么要规定使用石灰岩矿 粉? 对其质量标准有什么要求? .....	89
77.沥青路面使用酸性石料有什么处理方法? .....	90
78.沥青路面透层油和粘层油的作用是什么? 沥青路面透层和粘层材料的品种和用量 有什么要求? .....	91
79.乳化沥青稀浆封层的作用和矿料级配范围 是什么? .....	93

80. 沥青混合料配比设计分几个阶段? 每个阶段的主要目的是什么? .....	95
81. 热拌沥青混合料马歇尔试验的各项技术指标有哪些? .....	96
82. 热拌沥青混合料马歇尔试验的试件击实成型应注意哪些问题? .....	98
83. 马歇尔试件标养温度与时间及从标养到试验的瞬间有什么要求? .....	100
84. 高速公路和一级公路对沥青路面中、上面层的动稳定度有什么要求? .....	100
85. 有了马歇尔试验各项技术指标, 如何选择我国寒区、温区和热区的最佳沥青用量比? .....	101
86. 如何选择热拌沥青混合料的拌和设备? 如何控制净拌时间? .....	102
87. 热拌沥青混合料有哪些种类? .....	104
88. 石油沥青加热温度和沥青混合料拌和温度有什么规定? .....	105
89. 拌和沥青混合料的外观质量有什么要求? ...	106
90. 热拌沥青混合料防粘保温措施有哪些? .....	106
91. 沥青混合料运到工地的温度控制和卸料中的要求是什么? .....	107
92. 摊铺热拌沥青混合料面层时对下层有什	

么要求? .....	108
93. 摊铺机就位开始摊铺前应做好哪些调试 工作? .....	108
94. 怎样选择走拖杠、滑靴、基准梁和钢丝绳? 拖杠、滑靴、基准梁的适宜长度如何确定? ...	109
95. 热拌沥青混合料摊铺机的熨平板为什么要 加温? 对摊铺机有哪些要求? .....	110
96. 热拌沥青混合料的摊铺温度是多少? .....	111
97. 不同种类热拌沥青混合料的松铺厚度与松 铺系数是如何确定的? .....	113
98. 如何控制摊铺机速度? .....	114
99. 两台摊铺机如何进行梯队作业联合摊铺? ...	116
100. 摊铺机在等料过程中盛料斗内混合料结 硬如何处理? 为什么施工人员不能在熨 平板上站立和通行? .....	116
101. 热拌沥青混合料碾压有几个步骤? 各 阶段压路机如何选型? 碾压遍数如何确 定? .....	117
102. 如何确定压路机的碾压速度? 碾压应遵循的基本规则有哪些? .....	119
103. 当外侧无支撑物时, 靠外线预留 30 ~ 40cm 先不碾压的目的是什么? .....	120
104. 热拌沥青混合料面层的纵、横接缝处应	

如何碾压? .....	121
105. 水泥混凝土桥面的沥青铺装施工	
碾压应注意什么? .....	123
106. 热拌沥青混合料路面施工过程中工程质	
量控制的标准有哪些规定? .....	123
107. 热拌沥青混合料路面施工中外形尺寸的	
质量控制标准有哪些内容? .....	126
108. SAC 多碎石沥青路面施工的控制要点是	
什么? .....	128
109. 什么叫改性沥青? 有哪些种类的改性剂及	
主要代表品种? 改性沥青的应用对路用特	
性有什么改善? .....	129
110. 改性沥青与基质沥青的技术标准有哪些	
不同? .....	130
111. 改性沥青混合料的技术标准与基质沥青	
混合料相比有哪些不同? .....	131
112. 改性沥青混合料施工时重点应控制些	
什么? .....	132
113. SMA 沥青玛蹄脂混合料有哪些主要特	
性? .....	133
114. SMA 沥青玛蹄脂混合料设计方法中的	
基本步骤是什么? .....	133
115. SMA 施工控制要点是什么? .....	134



#### 四、水泥混凝土路面施工

116. 水泥混凝土路面的基层和垫层有何作用?  
对基层和垫层有何要求? ..... 139
117. 水泥混凝土路面对水泥有哪些要求? ..... 140
118. 水泥路面对粗集料有哪些要求? ..... 142
119. 水泥路面中细集料的作用是什么?  
对细集料有哪些要求? ..... 146
120. 水泥路面对水、粉煤灰、外加剂、  
钢筋、网纤维有哪些要求? ..... 149
121. 水泥路面接缝使用的材料有哪些?  
施工选用时应注意什么? ..... 153
122. 普通水泥混凝土路面铺筑可采用哪  
些方法? 这些方法有何特点? ..... 155
123. 水泥路面混凝土混合料配合比设计的目  
的是什么? 哪些参数选择最关键? 配合  
比设计应遵循的步骤是什么? ..... 157
124. 普通水泥混凝土路面混合料配合比设计  
方法适合哪些摊铺机具的施工方式?  
具体设计怎样进行? ..... 158
125. 混凝土混合料试配易出现的几个问题及  
产生的原因是什么? 怎样调整? ..... 164
126. 碾压混凝土有什么特点? 其配合比计算

步骤与试配计算方法怎样？ .....	166
127. 钢纤维混凝土配合比设计与普通混凝土 配合比设计有什么共同点与不同点？ 钢 纤维混凝土配合比设计步骤是什么？ .....	170
128. 混凝土混合料拌和设备的配置有何要求？ 各类混合料拌和有哪些技术要求？ .....	173
129. 水泥混凝土拌和物运输车辆怎样选配？ 混合料运输过程中有哪些技术要求？ .....	177
130. 普通水泥混凝土路面滑模施工摊铺机选 型的原则是什么？ 前台摊铺作业应选用 哪些配套机具？ .....	180
131. 滑模摊铺水泥混凝土路面基准线怎样设 置？ 必须满足哪些技术要求？ .....	183
132. 滑模摊铺水泥混凝土路面前应对施工现 场进行哪些检查？ .....	184
133. 滑模摊铺水泥混凝土路面对布料有什么 要求？ 滑模摊铺机工作机构的施工参数 如何设定？ .....	185
134. 滑模摊铺水泥路面应注意哪些技术操作 要领？ .....	187
135. 滑模摊铺时对出现的问题怎样处理？ 摊 铺过程中局部问题怎样使用人工修整？ 施工结束后必须进行什么工作？ .....	189

136. 普通混凝土使用轨道、三辊轴、小型机具施工对模板有何技术要求? 模板架设安装有何规定? 模板拆除应注意什么? .....	192
137. 小型机具配套施工水泥混凝土路面包括哪些主要工序? 除拌和运输外应配套哪些机具? 摊铺、振捣、饰面平整应怎样操作? .....	196
138. 轨模摊铺机的摊铺、振捣、表面整修怎样操作? .....	200
139. 使用三辊轴机进行混合料摊铺、振实、表面整修怎样操作? .....	206
140. 钢纤维混凝土路面铺筑的铺筑工艺有什么特殊要求? .....	208
141. 水泥混凝土路面养生应注意什么? 采用养生剂养生时应注意哪些问题? .....	211
142. 水泥混凝土路面夏季施工应注意哪些问题? .....	214
143. 水泥混凝土路面雨季施工应注意哪些问题? .....	215
144. 水泥混凝土路面在春秋多风季节施工时应注意什么? .....	216
145. 水泥混凝土路面板缝有哪些类型? 怎样施工? .....	217

146.路面抗滑构造的作用是什么?	
如何施工? .....	220
147.碾压混凝土有哪些主要工序? 其施工	
机械的选型与配套应满足什么要求? .....	221
148.碾压混凝土面层铺筑应做什么准备?	
摊铺作业需要满足什么要求? .....	223
149.碾压混凝土面层的压实工艺怎样操作? .....	225
150.碾压混凝土表面抗滑构造怎样施工? .....	226
151.碾压混凝土面层接缝怎样施工? .....	227

## 五、桥 涵 施 工

152.钢筋进场后应如何妥善保管? .....	233
153.钢筋进场后应进行哪些质量检验? 不同规	
格的钢筋混料后应如何处理? .....	233
154.钢筋在下料加工前应做哪些工作? .....	234
155.钢筋在加工成形时应注意哪些问题? .....	235
156.钢筋焊接有哪些质量要求? 不同的焊接	
方式应采用何种焊条? .....	236
157.钢筋连接有哪几种? .....	237
158.钢筋绑扎与骨架拼装的施工要点有	
哪些? .....	238
159.钢筋的挤压连接操作应注意哪些问题? .....	240
160.为什么要保证保护层厚度? .....	241

161.模板制作有哪些基本要求? .....	242
162.模板安装要注意哪几点? .....	242
163.空心构件中芯模的定位要点有哪些? .....	243
164.拆除模板有哪些要求? .....	244
165.采用梁式支架方案设计应注意哪些问题? .....	245
166.如何考虑梁式支架模板的预设拱度? .....	247
167.现浇混凝土支架在什么情况下应进行预压? .....	247
168.水泥混凝土拌制时的要点有哪些? .....	248
169.水泥混凝土运输时要注意哪些问题? .....	249
170.水泥混凝土浇筑有哪些技术要求? .....	250
171.水泥混凝土养护时要注意哪几点? .....	253
172.水泥混凝土的质量检查有什么要求? .....	254
173.泵送水泥混凝土施工有什么技术要求? .....	254
174.水泥混凝土的冬期施工要注意哪些事项? .....	256
175.如何决定便桥的修筑? .....	258
176.常用的预应力筋和预应力锚具有哪些种类? .....	259
177.如何妥善保护预应力材料? .....	260
178.张拉设备的校验、使用及维护保养应注意哪些问题? .....	260

179. 如何控制管道安装时的准确性?	
钢束安装后应采取哪些保护措施? .....	262
180. 为什么先张构件在放张时不能采取	
骤然切割力筋的方法施工? .....	263
181. 预应力张拉操作应注意哪些事项? .....	264
182. 预应力筋的实际伸长值与理论伸长值	
的差值超过规定时应如何处理? .....	265
183. 短预应力筋施工时应注意哪些事项? .....	266
184. 在群锚体系中, 预应力筋在张拉时产生滑丝、	
断丝的原因有哪些? 有什么相应的处理	
措施? .....	267
185. 预应力孔道压浆的施工要点有哪些? .....	269
186. 钻孔桩施工如何选择钻机? .....	270
187. 设护筒应注意哪些事项? .....	272
188. 如何保证钻孔的质量? .....	274
189. 水下混凝土浇注时应注意的主要事项有	
哪些? .....	274
190. 怎样防止钢筋笼上浮? .....	275
191. 旱地或浅滩无支护承台基坑开挖时要注意	
哪些问题? .....	277
192. 承台混凝土浇注有哪些方法? .....	278
193. 桥梁墩、台身的施工要点有哪些? .....	279
194. 墩台帽的施工要点有哪些? .....	280

195. 台背填土有哪些要求? .....	281
196. 后张预应力梁预制场地的设置主要考虑哪些方面? 为什么底座两端基础要加强? .....	282
197. 运输安装预制梁的常用方法有哪些? .....	283
198. 先张法预制梁应注意哪些事项? .....	283
199. 如何安装板梁? .....	285
200. 怎样做好现浇前的准备工作? .....	285
201. 在悬臂梁、连续梁现浇混凝土施工中如何防止由于不均匀沉降产生的裂缝? .....	286
202. 怎样卸落、拆除梁体现浇支架? .....	288
203. 桥面铺装施工应注意哪些事项? .....	289
204. 如何保证桥面铺装(现浇桥面板)的设计厚度? 当难以保证时应采取什么措施? .....	289
205. 栏杆构件在预制和安装时应注意哪些问题? .....	290
206. 现浇防撞护栏(栏杆扶手)应从哪些方面来控制质量? .....	291
207. 支座垫石在施工时应注意哪些问题? .....	293
208. 支座安装应注意哪些事项? .....	294
209. 钢梳齿形伸缩装置的施工程序是怎样的? 应注意哪些问题? .....	295
210. 板式橡胶伸缩装置的后开槽施工程序是怎样的? 应注意哪些问题? .....	295

211.模数式伸缩装置的施工程序是 怎样的？应注意哪些问题？ .....	296
212.圆管涵施工时有哪些应注意的事项？ .....	297
213.拱涵(盖板涵)支架施工时要注意哪些 问题？ .....	298
214.倒虹吸管施工要注意哪些问题？ .....	299
215.浆砌工程在施工时应注意哪些问题？ .....	299
216.浆砌料(片)石的砌筑施工要点有哪些？ .....	300
217.砌体的勾缝和养护有哪些注意事项？ .....	300



# 一、路基施工

公路路基施工技术规范  
JTG SHI GONG

## 相关链接：

《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—95)/交通版

《公路压实与压实标准》/沙庆林著/交通版

《交通土建软土地基工程手册》/河海大学编著/交通版

《高等级公路路基路面施工技术》/胡长顺编著/交通版



### 1. 路基填土的击实试验频次有什么要求?

**答:**土的击实试验是为确定土的压实最佳含水量和最大干密度(标准密实度)。土的最大干密度值是衡量现场压实度的尺度,是施工中控制压实度的重要技术指标。用作填料的利用方和借方的土,用前要先抽样做击实试验。为了避免影响路基施工进度,至少应在路基填筑半个月前取样试验,每种土取样时应具有代表性。当发现土质有变化时,要及时补做击实试验。特别注意取土场或挖方利用段土质水平分层,或土质渐变。专用施工技术规范一般都对一次击实试验代表的批量(方量)做出规定,无规定者按  $2000\text{m}^3$  做一组试验的频次为宜,且要求击实试验要做平行试验。

**要点:**路堤填筑选好料 填前先把试验搞  
试样要有代表性 试验频次不能少

### 2. 为什么说路基施工排水先行?

**答:**水是形成路基病害的主要因素之一,路基强度和稳定性同水有密切关系。地基浸水降低承载力,填土料过湿,含水量高于最佳含水量时,压实困难。对于影响路基稳定的地下水,即使设计未做出具体方案,承

包人也要提出疏导、堵截、隔离等降低地下水位或引导到路基范围之外的工程措施,呈报监理工程师审批,并按监理工程师的指示实施。对于地面水,路基施工前首先做好截水沟、排水沟、盲沟、截断和疏干路面施工范围内的地面水。路堤填筑过程中每个填层都要设排水路拱,及时排除地面雨水。较高填方要做临时排水急流槽,防止雨水冲刷路堤边坡。施工期间的临时排水要与运营阶段的永久排水相结合,与路基同步施工。

**要点:路基要施工 排水应先行  
消除水浸害 质量有保证**

### 3. 路基填前清表碾压有什么要求?

答:地面表层的种植土含有各种草根和有机杂质,时间长容易腐烂,引起路基沉陷,所以对填方段和利用挖方段的原地面要清除表土。高速公路、一级公路路基范围内的树根要全部挖掉,坑穴填平夯实,在清理地表后要整平压实。路堤基底原状土的压实度不应小于85%,高填方路段路堤基底压实度不小于90%,路堤填土高度小于路床厚度(80cm)时,基底压实度不宜小于95%。路堤基底原状土不符合《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—95)要求时,要进行换土,且换填深度

**要点:**路堤施工先放界 清除表土至边线  
填穴整平再压实 路堤稳定不沉陷

答:为保证路堤的强度和稳定性,需尽可能选择当地稳定性好并具有一定强度的土石作为路基填料。不得使用淤泥、沼泽土、冻土、有机土、含草皮土、生活垃圾、树根和含有腐殖质的影响路基强度的土。盐渍土、黄土、膨胀土、碾压成型后稳定性差,要限制使用或按《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—95)特殊地区路基施工要求使用。液限大于 50、塑性指数大于 26 的土,不得直接作为路堤填料。如果取好土确有困难,必须采用劣质土时,则可掺外加剂,进行土质改良,如掺石灰等,称做高液限高塑限粘土的“砂化”。

**要点：路基填料要选好 稳定土质认真找  
土质不适要改良 强度粒径更重要**

## 5. 路堤填筑阶梯相互搭接有什么要求?

**答:**路堤施工时,为使新老土紧密结合,斜坡上或旧路帮宽必须挖成阶梯以利分层搭接。当新填土方纵向划分若干段施工时,也应当有阶梯,以便分层相互搭接进行压实。通过阶梯相互搭接,分层压实,提高路堤的整体稳定性。

山坡路堤地面横坡陡于 1:5 时,原地面要挖成向内倾的台阶,台阶宽度不小于 1.0m。旧路加宽时,清除边坡上的杂草,并沿旧路边坡挖成向内倾的台阶,台阶宽度不小于 1.0m。填方分段施工两段交接处,则先填段应留台阶与后填段分层阶梯搭接,搭接长度不小于 2m。

**要点:**新老界面要联结 斜坡面上挖台阶  
分段填筑留阶梯 同时施工层相叠

## 6. 填土路堤分层厚度有什么要求?

**答:**土方路堤必须根据设计断面分层填筑,分层压实。按规定的层厚填筑可得到均匀的压实度。

如果填层过厚,填层底部达不到要求的压实度,即使增加压实遍数也于事无补。从工程施工实践看,一

般碾压 4~6 遍,压实度明显增加,第 6~10 遍碾压时压实度增长较慢,10~20 遍后稍有增长,20 遍以后基本不增长,因而从工程进度讲,压实遍数超过 10 遍,就应减少填层厚度。如果填层过薄,不能形成一个板结的结构层,易起皮松散,影响路基均匀性。从目前公路施工技术装备来看,路堤一般的分层厚度为松铺 30cm。具体工程应先做试验路段,根据土质类型、压实机具、压实遍数等所做的填筑工艺试验,按工艺试验确定的厚度指导施工。

**要点:**路堤填筑要分层 填层厚度要适中  
三十厘米作参考 工艺试验再调整

### 7. 填土路堤填筑宽度有什么要求?

**答:**土质路堤如按设计断面尺寸填筑,路基边缘部分无法碾压密实,路基的实际断面尺寸缩小,稳定性得不到保证。如果路堤填筑宽度不够,必须进行边坡补填,则补填松土不易与原边坡土结合紧密,而且难以压实。因此,路堤两侧必须填足,不得缺填帮宽,导致压实缺陷。路堤两侧超填宽度根据实际经验一般应控制在 30~50cm,逐层压实,最后整修削坡。为保证路堤填筑宽度的准确性,每层填筑层上料前要根据设计边

坡线实地放出路堤填筑边线。

**要点：**路堤宽度要填足 保证边缘压得实  
缺填帮宽病害多 测量放样仔细做

**8. 用不同的土质混合填筑路堤时应注意什么事项？**

**答：**采用不同土质填筑路堤要注意以下几点，以防止造成路基病害：

(1)不同的土质应分层填筑，交替层次应尽量少，每种土质总厚度最好不小于 0.5m；

(2)透水性较小的土填筑下层时，其表面应做成双向不小于 4% 的横坡，以保证上层透水性填土的水分及时排出；

(3)为保证水分蒸发和排除，路堤不宜被透水性差的土层封闭；

(4)强度和稳定性差的土质应填在下层；

(5)为防止相邻两段用不同土质填筑的路堤在交接处发生不均匀变形，交接处应做成斜面且将透水性差的土层填在下面。

**要点：**路堤填土不相同 按照土质分好层  
强度透水为依据 防止病害路基稳



### 9. 桥(涵)台背填土施工有什么要求?

答:桥(涵)台背填土按其规定要求施工时要注意:

(1)控制填料质量,采用砂类土、渗水性土或在土中增加外掺剂如水泥、石灰等;

(2)桥(涵)缺口比较狭窄,回填土时不能使用重型压实机具,为使小型压实机具也能压实到要求的压实度,回填土必须减少填层厚度,松铺厚度不大于 15cm,每层压实度均应进行检验。高速公路和一级公路的桥台、涵身背后的填土压实度标准要求较高,从填方基底至路床顶面均为 95%,其他等级公路为 93%。

(3)涵洞、轻型桥台及拱桥缺口填土,应两侧对称填筑,防止结构受偏压而破坏。涵顶面填土压实厚度大于 50cm 时方可通过机械车辆;

(4)台背填土顺路线方向长度应自台身起,顶面不小于桥台高度加 2cm,底面不小于 2cm,拱桥台背填土长度不应小于桥台高度的 3~4 倍。锥坡填土应与台背填土同时进行,并应按设计宽度一次填足。

**要点:**台背回填选好料 层薄充分压实到  
回填范围不应少 台背填实车不跳

## 10. 压实机械的选择有什么要求?

答:静力光轮压路机滚轮与土的接触面积大,单位线压小,压实深度浅,适宜于压实较薄填土层。羊足碾对土壤的接触面积小,单位面积压力大,压实深度深,可有效压实粘性土,但对于砂性土,由于碾压时土粒向上和向侧面移动而得不到压实,因而不适宜于碾压砂性土。轮胎压路机自重大,在碾压时轮胎能与土同时变形,压力分布均匀,因而适宜各种土质的碾压。

振动压路机高频振动使微粒减少摩阻力,微粒在振动力作用下产生相对位移、互相楔紧使填料密实。因而振动压路机一般用于砂性土碾压。冲击式压路机一般用于高填土路基,以及碎石和土石混填路基碾压。各种土质适用的碾压机械详见《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—95)表 7.3.2。

**要点:**压实机械选好型 静压机械为常用  
砂土振压效率高 羊足碾压粘土好

## 11. 压实含水量如何调节?

答:在土的压实最佳含水量时进行压实,不仅可以

天然土的含水量常常接近最佳含水量,在此时应安排好机械,填土后随即进行摊铺碾压,防止水分蒸发。在雨季施工时,土的含水量较最佳压实含水量大,此时应将土摊开晾晒,使水分蒸发,并随时检测含水量,在最佳含水量时压实。

若取土场为过湿土,可采取掺加外加剂(如生石灰)的办法进行处置。

要点:最佳含水时碾压 机械压实功少花  
翻晒洒水调含水 过湿掺灰好方法

### 12. 填方路堤碾压有什么要求?

答:填方路堤压实的具体要求是:

(1)检查填土松铺厚度、平整度及含水量,符合要求后进行碾压。

(2)采用振动压路机碾压时,第一遍不振动预压可使填土表面平整度好,经预压后振动压实效果比未预压的效果好。

(3)各种压路机开始碾压时均宜慢速,最快不宜超过  $4\text{km/h}$ (约  $66 \sim 67\text{m/min}$ )。碾压直线路段由边到中,小半径曲线段由内侧向外侧,纵向进退式进行。先压两侧,不致使土向边坡方向推移,后压中间时受到两侧紧密土的侧限而易于压实。

(4)注意纵、横向碾压接头必须重叠。横向接头,振动压路机一般重叠  $0.4 \sim 0.5\text{m}$ ;三轮压路机一般重叠后轮的  $1/2$ 。前后相邻两区段的纵向接头处重叠  $1.0 \sim 1.5\text{m}$ ,并达到无漏压、无死角。这是因为压路机轮外缘下面分布压力比中心应力小,为保证接缝压实度,需采取重叠。

**要点:先轻后重 先稳后振**  
**由低到高 轮迹重叠**

### 13. 路堤压实度的要求是什么?

**答:**路堤压实度要求分土质路堤、填石路堤和土石混填路堤。路堤根据强度和稳定性要求,分为上路床、下路床和上路堤、下路堤等几个结构层,不同位置的结

构层压实度要求也不一致。高等级公路土质路堤压实度的要求,路床(路面底基层底面以下  $0 \sim 80\text{cm}$ )以及零填和路堑路床压实度为  $95\%$ ,上路堤(路面底基层底面以下  $80 \sim 150\text{cm}$ )压实度为  $93\%$ ,下路堤(路面底基层底面以下  $> 150\text{cm}$ )压实度为  $90\%$ 。

填石路堤填料石块本身是密实而不能压缩的,压实工作是使各石块之间由松散接触状态变为紧密咬合状态。判定密实状态的标准是:以  $12\text{t}$  以上振动压路机进行压实试验,当压实层顶面稳定,不再有轮迹下沉时,则可判为密实状态。

土石路堤的压实方法和技术要求应根据混合料中巨粒土的含量多少,分别按照填土路堤或填石路堤的规定办理。

上石路堤的压实度可以用灌砂法或水袋法检测。其标准干密度应根据每一种填料的不同含石量的最大干密度作出标准干密度曲线,然后根据试坑挖取试件的含石量,从标准干密度曲线上查出对应的标准干密度。当按灌砂法或水袋法有困难时,可按填石路堤的规定进行检验。

**要点:**填石检验沉不沉    填土压实分标准

九零九三九五区    压实保证稳定性

#### 14. 路堤施工控制中的压实度检验与工序交接的压实度检验有什么区别?

答:路堤施工过程中的压实度检验控制,按《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—95)中的要求进行检验。每一压实层均应检验压实度,检验频率为每  $2000\text{m}^2$  检验 8 点,不足  $200\text{m}^2$  时至少应检验 2 点,每点都必须符合路堤压实度标准的规定。必要时可根据需要增加检验点。

填石路堤按压实试验确定的要求检验密实度。土石混填路堤应用灌砂法或水袋法,有困难时,可按填石路堤要求进行检验。对特殊地区路段(干旱、潮湿地区或过湿土等)其压实度应按设计、施工规范规定的压实度标准进行检验。

工序交接的压实度检验按《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071—98)的要求,采用数理统计方法进行压实度检验。其检验评定压实度代表值  $K$  (压实度下置信界限)不得小于压实度标准值  $K_0$ , 单个测点不得小于极限值(规定值减 5 个百分点)。路基压实度以  $1 \sim 3\text{km}$  路段为检测评定单元,按要求的检测频率进行压实度抽样检查。当土方路基和石方路基宽超过双车

道时,必须按车道数与双车道之比相应增加检查数量;当路堤施工段落短时,分层压实度要求每点都符合要求,且实际样本数不少于6个

**要点:**压实检验分阶段 检验标准照规范  
工序交验需统计 施工控制单点判

### 15. 土质路堤压实度检验有什么要求?

**答:**路基压实度检验一般要求:

(1)路基修筑半个月前,在取土地点取具有代表性的土样进行击实试验,击实试验方法按《公路土工试验规程》(JTJ 051—93)规定。每一种土质至少应取土样一组进行试验。施工中如发现土质有变化,应及时增加全部土工试验。一个试样代表方量按专用技术规范执行,规范没有规定者以  $2000\text{m}^2$  为宜。

(2)土质路基的压实度试验方法,可采用灌砂法、环刀法、蜡封法、灌水法(水袋法)或核子密度湿度仪(简称核子仪)法。采用核子仪法时,应先进行标定和对比试验。

(3)每一压实层均应检验压实度,合格后方可填筑其上一层,否则应查明原因,采取措施进行补压。检验频率为每  $2000\text{m}^2$  检验8点或按路基长每200m检验4

点,不足  $200\text{m}^2$ ,至少应检验 2 点。检验标准:必须每点均符合压实度标准的规定;必要时可根据需要增加检验点。

(4)土质路床顶面完成后应进行弯沉试验,检验汽车的轮重(或轴重)及弯沉容许值。检验按照规定执行,检验频率为每一幅双车道每 50m 4 点,左、右两后轮隙下各 1 点。

(5)土质路床顶面检验的压实度和弯沉值均应满足要求。如仅有一项满足要求时,应找出原因,予以处理。

(6)填方地段基底的压实,应在原地面清理、整平处理后进行,并应检验原地面下 30cm 内土的密度。当检验的干密度小于土质路基压实度标准规定的相应路堤填筑高度所需的压实度时,应对基底原地面进行压实,使其满足规定的压实度要求。

**要点:路堤压实很重要 压实检验不可少**

**土质路床测弯沉 压实弯沉双指标**

**16. 高填方路堤与普通路堤填筑有什么主要区别?**

**答:**在水稻田或长年积水地带,用细粒土填筑路堤高度在 6m 以上,其他地带填土或填石路堤高度在 20m



以上时,称为高填方路堤。高填方路堤与普通路堤填筑的主要区别在于:

(1)高填方路堤的基底承受路堤土本身的荷载很大,因此要检验地基的承载力(或沉降量)和路堤稳定性,如果地基为松软土,通过对原土进行常规的填前压实不能满足稳定和沉降要求时,要按《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》(JTJ 017—96)要求向监理工程师提出,对软弱土进行加固处治。

(2)路堤填筑时一定要严格按路堤标高和设计边坡度将该层的路堤宽度(包括加宽量)填足,不得缺填补填,因为松土不易与原边坡土结合紧密,而且不好压实。

(3)当填方地基为斜坡时,在填方路堤完成后,对设计边坡外的松散弃土进行清理。因为边坡外面的地基多是没有挖台阶的,上面堆填的松散弃土在大雨后沿山坡下滑时,会使设计边坡以内的部分路堤也被牵引而下滑,引起路堤顶面开裂。

**要点:高填施工有差异 检核地基承载力  
坡外弃土要清除 缺填帮宽最禁忌**

### 17.高填方路堤压实有什么特点?

**答:**高填方路堤不同于普通路堤的压实特点在

于:

(1)按设计要求的基底承压强度进行压实,设计无规定时,基底的压实度不小于 90%。

(2)当地基松软仅依靠对原土压实不能满足路基整体稳定性或沉降要求时,则要按《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》(JTJ 017—96)和《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—95)中特殊地区的路基施工要求进行软弱土地基处治。

(3)高填方路堤的基底,除要进行挖台阶并严格分层填筑压实外,当场地狭窄,大型压实机具施展不开时,权宜之计可用手扶振动压路机或手扶振动夯进行压实。当工作面许可时,宜采用 12t 以上振动压路机或 35~50t 轮胎压路机进行压实。

**要点:高填考虑自重力 检验地基承载力  
分层碾压按规章 夯锤手扶是权宜**

### 18. 填石路堤的填料有什么要求?

**答:**填石路堤的石料主要来源于路堑和隧道爆破后的石料,填石路堤要求石料强度值不小于 15MPa,对强风化石料或软质岩石用重型压路机压实可能会被压成碎屑、碎粒,这类石料能否用于填筑路堤要按《公路

土工试验规程》(JTJ 051—93)检验其 CBR 值,符合要求时方准使用。用于填石路堤的石料在粒度上也有要求,一般情况下,最大粒度不超过层厚的  $2/3$ 。在高等级填石路堤路床顶面以下 50cm 范围内应用符合路床要求的土填筑。

**要点:填石用料有要求 符合强度与粒径**  
**路床上部要填土 软石检验承载比**

### 19. 填石路堤分层厚度和摊铺有什么要求?

**答:**高等级公路(包括铺高级路面)的填石路堤要求采用水平分层。机械施工分层填筑时,分层松铺厚度一般为 50cm。施工中应安排好石料运行路线,专人指挥,按水平分层,先低后高,先两侧后中央卸料。摊铺平整工作必须采用大型推土机,个别不平处应配合人工用细石块、石屑找平,填满空隙。人工摊铺填筑填石路堤时,当铺填粒径大于 25cm 以上石料时,应先铺填大块石,大面朝下,小面朝上,摆平放稳,再用小石块找平,石屑塞填,最后压实。铺填粒径小于 25cm 以下石料时,可直接分层摊铺,分层碾压。

**要点:填石分层应水平 厚度适宜压得稳**  
**机械摊铺人辅助 人工摊铺要砌稳**

20. 填石路堤压实有什么特点?

答:填石路堤必须用 12t 以上振动压路机或 35 ~ 50t 轮胎压路机进行碾压。填石路堤石块本身密实而不能压缩,压实工作是使各石块之间由松散接触状态变为紧密咬合状态。由于石块粒径较大,质量较大,必须用振动或重型压路机才能使石块压实,向紧密咬合状态转化。静载光轮压路机则很难产生这种功效。当缺乏上述压路机,只能采用静载光轮压路机或轮胎压路机压实时,应减少每层填筑厚度和石料粒径。此时适宜的压实厚度和粒径应通过试验确定。填石路堤分层压实的密实程度不能用土质路堤的压实度来判定。石块本身是不能压缩的,只要石块之间大部分缝隙已紧密靠拢,重型压路机通行碾压,不再下沉(无轮迹)即可判为密实状态。故规范规定,分层厚度不宜大于 50cm,通过 12t 以上振动压路机进行压实试验,当压实顶面稳定,不再下沉(无轮迹)时,即可判为密实。

填石路堤碾压也要遵循先轻后重、先稳后振,先低后高,先慢后快以及轮迹重叠的原则。

**要点:填石路堤压得稳 重型机械起作用**  
**轻型机械减薄层 检验压实测下沉**

### 21. 土石路堤分层厚度、石料粒度有什么要求?

答:土石路堤因其含土量较多,必须分层填筑分层压实。分层厚度,一般要求松铺厚度为 40cm,或根据压实机械类型通过试验段确定施工松铺厚度。一般情况下,石块强度大于 20MPa 时就不易被压路机压碎,所以,当土石混合料中石料强度大于 20MPa 时,其粒径不得超过层厚的  $2/3$ ,超过的应予以清除。当所含石块有软质岩或极软质岩(强度小于 15MPa)时,易为压路机压碎,不存在强度由较大石块产生的问题,故其粒径可与压实层相同,但不宜超过层厚,超过的应打碎。

**要点:**土石填层水平分 四十厘米厚适中  
厚度适宜限粒径 软硬石块粒不同

### 22. 土石路堤压实有什么特点?

答:土石路堤压实根据石块含量的多少确定。当石料含量超过 70% 时,按填石路基的要求进行压实。当石料含量小于 70%,且石块粒径较小时,按土质路堤的要求压实。压实度的检查使用灌砂法或水袋法。其标准压实度值(标准干密度)要根据每一种填料的不

同含石量的最大干密度作出标准密度曲线,然后根据试坑挖取试样的含石量,从标准密度曲线上查出对应的标准干密度。按灌砂法、水袋法检查压实度有困难时,采用 12t 以上振动压路机进行压实试验。压实顶面稳定,不再下沉(无轮迹)时,即判定为密实状态。土石路堤碾压也要遵循先轻后重、先低后高、先慢后快及轮迹重叠的原则。

**要点:土石混填有不同 取决石量和粒径  
量多块大属填石 量少块小为填土**

### 23. 稻田地区路基施工有什么特点?

**答:**水稻田地区路基施工有如下特点:

(1)水稻田排水疏干:施工前应沿公路用地两侧便道外筑埂,在埂内挖纵、横向排水沟,确保尽快排除地面水以疏干表土。对于池塘地段,排水清淤,换填透水性好的填料,分层填筑夯实。

(2)做好施工路基排水和农田排灌水渠的维护保养工作。

(3)软土地段要先开工,使路基沉降在施工期内尽早完成,达到规范要求。

(4)过湿土的处理:水稻田地区常因借土场含水量

过大而不能直接填筑,多数地区要掺入不同剂量的石灰,使湿土的含水量降低,土的塑性程度得到改善。掺入生石灰的剂量可通过试验确定。施工中为了达到更好的砂化效果,也有两次掺灰的做法,在填方施工中要遵循薄填、快压的原则。

**要点:路段疏干先做好 软基地段施工早  
备土掺灰控翻拌 薄填快压是关键**

### 24. 黄土地区路基施工有什么特点?

**答:**黄土地区路基施工的特点如下:

(1)黄土的高孔隙比:孔隙率  $e > 1$  俗称大孔土,由于黄土具有大孔隙及垂直节理等特殊构造,故其垂直方向的渗透性大,所以施工时要掌握这一特性,填土后及时碾压避免被雨水淋湿。

(2)湿陷性:黄土浸水后,本身结构迅速破坏,强度降低,在外加荷载或自重作用下产生下沉。因此湿陷性黄土路堤填筑不当,常常发生很大的下沉量,引起路基失稳,特别是高路堤地段,因此,路基横断面放线时要考虑预留一定宽度,压实机械要选用重型机械。

(3)黄土地区应特别注意加强路基排水,对地表水应采取拦截、防冲、防渗的原则,填挖方交界处要将边

沟引出,尽量远离路基坡脚,边沟要及时清理,出口要加固。挖方地段遇到黄土陷穴要先切断水源,再回填陷穴(采用回填法、灌砂法、竖井法等方式回填)。

**要点:大孔隙湿陷性是黄土的特点**

**搞防水强压实是施工的关键**

## 25. 膨胀土地区路基施工有什么特点?

**答:**膨胀土是指土的粘土矿物成分中富含亲水性粘土矿物(蒙脱石、伊利石),具有吸水显著膨胀软化,失水急剧收缩龟裂,以及往返湿胀干缩特性的高塑性粘土,其液限  $\geq 40$ ,自由膨胀率  $F_s \geq 40\%$ 。根据膨胀率大致可分为强、中、弱三级:弱膨胀土:  $40\% \leq F_s < 65\%$ ;中膨胀土:  $65\% \leq F_s < 90\%$ ;强膨胀土:  $F_s \geq 95\%$ 。膨胀土强度衰减显著,自然坡度平缓,无直立陡坡,对公路路基有较强的潜在破坏作用,膨胀土地区路基施工有如下特点:

(1)强膨胀土稳定性差,不应作为路堤填料;中等膨胀土经过掺石灰等改性处理后,可作为填料;弱膨胀土可根据当地气候、水文情况及道路等级加以应用。

(2)高等级公路用中性膨胀土做掺灰改性处理后,要求总线胀缩率不超过  $0.7\%$ 。



(3)施工时要加强土的粉碎和拌和的均匀性,自取土坑挖出的土块,一般粒径都较大,施工时必须将土块击碎在 5cm 以下,通常在土块外表的含水量略大于最佳含水量时,旋耕机粉碎效果最好。

(4)宜选用重型压路机。路堤与路堑交界处或过渡段要特别加强压实。

(5)路堤填筑要连续施工,完工之后,路堤两侧边坡的防护封闭工程必须及时施工。

(6)膨胀土路堑滑坡是施工中一个很大的难题,过去有“逢堑必滑”的说法。施工中应结合设计文件,深入调查现场水文地质情况。以治水为先导,本着“治坡先治水,防滑先防水”的原则,将积水、地下水通过排水设施引到路外,及时进行边坡防护。

**要点:备土掺灰为砂化 拌和均匀很重要**

**机械拌和优点多 薄填快压是关键**

### 26. 塑板桩处治软土地基施工要求有哪些?

**答:**塑板桩排水固结法处治软粘土地基是目前高速公路常用的施工方法,其作用原理是使软土中孔隙水沿塑板桩竖向排水到砂垫层,经砂垫层排到路外,从而使土中的超孔隙水压力在加载预压过程中逐渐消

失,而土骨架承受的有效压力逐渐增大,孔隙比减小,沉降在加载预压期间基本完成。施工时要求:

(1)通过试打几根塑板桩掌握导管加拔时塑板桩的回带长度,然后根据试打的回带长度决定导管的打设深度,以保证排水板入土深度。改善回带长度可以用加强导管与锚靴的紧密性,增加锚靴的阻力来局部解决。

(2)塑板桩插入过程中,应防止淤泥进入板芯,堵塞输水通道,影响排水效果。

(3)塑板桩出孔口长度应保证伸入砂垫层不小于50cm。

(4)拔管时,导管上带出的泥土会围堵在砂垫层与排水板上端头的四周,应及时清除,保证竖向排水畅通。

(5)塑料板接长时,应采用滤水膜内平接的连接方法,芯板对扣,凹凸对齐,搭接长度不小于规范要求。

(6)现场堆放的塑料板盘带应加以覆盖,以防暴露在日光中老化。

(7)注意观测现场沉降,掌握填土速度,日下沉值应满足规范要求。

**要点:间距 深度 竖直度  
质量 控制 三要素**

### 27. 水泥粉喷桩施工应注意什么？

答：水泥粉喷桩施工要注意以下事项：

(1) 配合比试验：对水泥按不同喷量进行配制。养护和抗压强度要满足设计要求。

(2) 粉喷桩施工前，必须进行试喷工艺试验，取得钻进、提升、空压、搅拌钻入阻力、喷灰量等技术参数，试桩应不少于 10 根。

(3) 要检验桩底是否进入持力层，通常参考地质资料，按电流表值来判定是否进入持力层。

(4) 检查喷灰量。当喷灰量不足要进行复打（二次喷搅）时，每根桩的编号及喷灰量均要记入原始记录中。必须有喷粉量适时计量装置。

(5) 在桩顶设计范围内降低钻杆提升速度，并进行二次复拌，保证单桩承载力。

(6) 水泥粉喷桩，当地基土天然含水量低于 30% 时，为保证灰土的水化和固结，应在下钻和提升搅拌时边搅边注水。

**要点：**配比试验要先搞    试桩工作不能少  
标高灰量勤检查    桩顶复拌也重要

## 28. 粉煤灰路堤摊铺压实控制要点是什么?

答:粉煤灰路堤摊铺压实应按设计文件要求以及《公路粉煤灰路堤设计与施工技术规范》(JTJ 016—93)进行施工。

### 1) 粉煤灰路堤摊铺

(1) 摊铺前先放样,画出路堤边线、土质护坡界线、盲沟位置等。边线要准确、顺直,弯道要圆顺。摊铺长度应以当天摊铺、当天碾压完为原则。

(2) 采用水平分层填筑法施工,分段填筑时,先填地段应分层,使每个压实层相互重叠搭接,搭接长度应大于 150cm,并保证接头范围内的压实度。

(3) 土质护坡应与粉煤灰填筑同步进行。

(4) 粉煤灰的松铺系数按试验确定,当无实测资料时,可按下列数值选用并在施工中予以调整:

人工摊铺:1.5~1.7;

推土机摊铺:1.2~1.3;

平地机摊铺:1.1~1.2。

(5) 粉煤灰的含水量宜在灰场调节后再运到工地直接摊铺碾压,如过湿或过干,应晾晒或喷水调整,其含水量以达到 1.0~1.1 倍含水量为宜。

### 2)粉煤灰路堤压实

(1)摊铺后的粉煤灰必须及时碾压,做到当天摊铺,当天碾压完。碾压时,应使粉煤灰处于最佳含水量范围内。

(2)路堤应分层填筑、分层碾压,其碾压设备宜采用振动压路机。其压实厚度视压实机械、种类和压实功能大小而定,事先应进行碾压试验。一般 20 ~ 30t 的中型振动压路机,每层压实厚度应不大于 20cm,中型振动羊足碾或 40 ~ 50t 的重型振动压路机,每层压实厚度不得大于 30cm。

(3)粉煤灰碾压应遵循先轻后重的原则。机械摊铺的灰层可直接用 20t 以上的中型或重型振动压路机碾压 3 ~ 4 遍,再以静作用压路机静碾 1 ~ 2 遍。碾压完毕应及时测其压实度是否符合要求,可陆续填筑上层。

(4)碾压顺序应遵循先低后高的原则,直线段由土质护坡向路中心碾压,曲线段由弯道内侧向外侧碾压。碾压速度,稳压时采用 1 档(1.5 ~ 1.4km/h),振碾时用 2 档(2.0 ~ 2.5km/h)为宜。碾压轮迹应相互搭接,后轮必须超过两段的接缝。

(5)因粉煤灰压实时的最佳含水量较高,施工温度应控制在 0℃ 以上。

(6)铺筑上一层时,其卸料车不得在下层灰面上调头、高速行驶、急刹车等,以免造成压实层松散。

(7)每层碾压结束后,应在压实层中间部位用环刀法检测压实度。也可用灌砂法、核子密度仪等方法检验压实度,但应建立相关关系。

**要点:**分层摊铺控制严    摊铺碾压当压实  
最佳含水调整好    碾压顺序把好关  
调头刹车要严禁    养护排水利无边

## 29. 公路路堑石方开挖为什么要限制大爆破?

**答:**公路工程施工所指的大爆破是采用导洞和药室装药,用药量在 1000kg 以上的爆破。公路石方开挖后边坡不高于 6m,根据岩石产状和风化程度,确认开挖后边坡稳定,方可考虑大爆破方案,但必须做好技术设计,有详细技术经济论证和边坡稳定性分析,并报监理工程师书面批准后才能实施。若不符合上述规定条件,盲目使用,则不仅边坡超炸,增加成本,而且边坡被炸松,长期不能稳定,后患无穷。因此,公路路堑石方开挖要限制大爆破。

**要点:**大爆破    有标准  
采用时    需谨慎

30. 石方爆破中用什么措施保护边坡稳定?

**要点:边坡稳定最重要**      **设计宜用小型炮**  
**靠近边坡两列孔**      **减弱松动更可靠**

答:由于单边坡石质深挖路堑已有一面临空,为了使爆破后的石块较小,便于推土机清方,因此不能采用松动爆破、减弱松动爆破或药室爆破。前两种爆破方法虽然能节约一点炸药,但爆破后石块太大,有些大石块还要重新钻眼爆破将石块分解小(即二次爆破),或需用人工以撬棍将大石块慢慢移走,无法使用机械施

工,施工进度太慢。药室爆破虽然一次爆破量较大,但可能将边坡炸松,而且构建药室时都是人工操作,花费时间多。单边坡石质深挖路堑的正确施工方案宜采用深粗炮眼,分层、多排、多药量、群炮、光面、微差爆破方法,其原则是打炮眼尽量使用机械,爆破后使石块小一点,便于机械清除。最后一排炮眼靠近边坡时,应采用光面爆破设计施工。

**要点:**爆破设计结合实际 边坡防护放在第一  
机械施工加快进度 炮孔形式综合布置

### 32. 什么是爆破排淤填石? 施工时依据何种规程?

**答:**爆破排淤填石是在抛石体外缘一定距离和深度的淤泥质软基中埋放药包群,起爆瞬间在淤泥中形成空腔,抛石体随即坍塌充填空腔形成“石舌”,达到置换淤泥的目的。经多次推进爆破,即可达到最终置换目的。一次推进的爆破排淤填石示意图见图 1-1。

典型的路堤断面爆破排淤填石过程示意图见图 1-2。

爆破排淤填石遵循《爆破法处理水下地基和基础技术规程》(JTJ/T 258—98),发明专利《水下淤泥质软



基的爆炸处理法》(申请号 87106811.7)也具有参考价值。

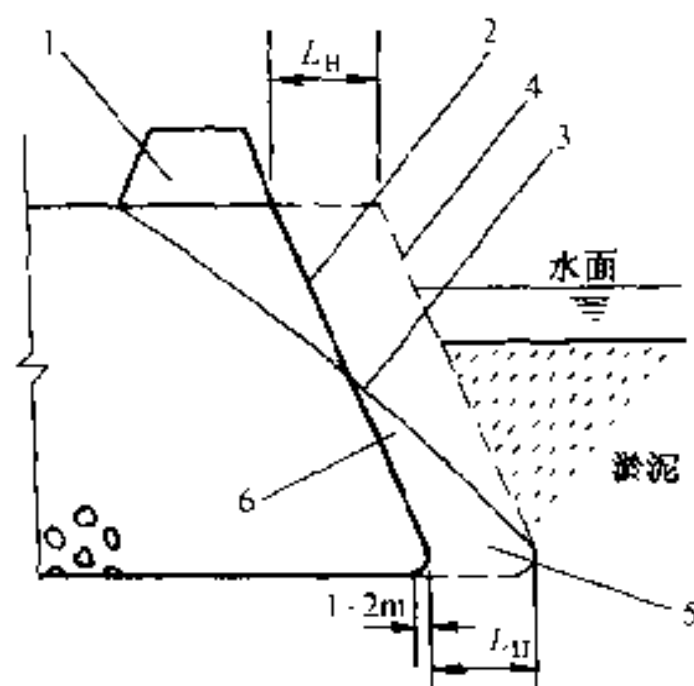


图 1-1 爆破排淤填石示意图

1-超高填石;2-爆前剖面;3-爆后剖面;4-补填剖面;5-石舌;6-药包

**要点:**淤泥软基放药包 形成空腔靠起爆  
空腔充填抛石体 最终置换达目的

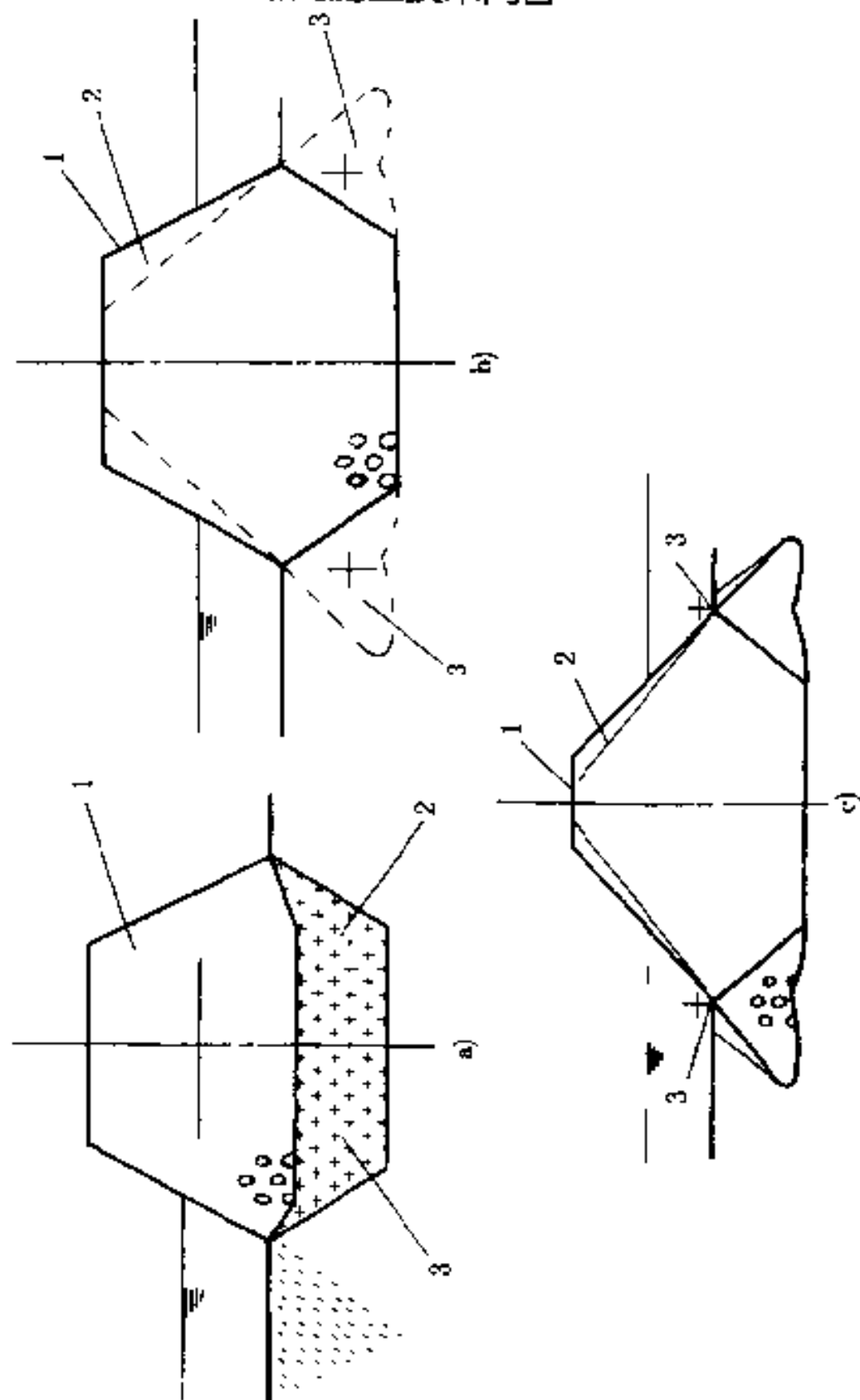


图 1-2 路堤断面爆破排淤填石过程  
a) 端部推进排淤; b) 侧坡拓宽排淤; c) 爆破形成平台及堤心断面  
1-爆前; 2-爆后; 3-药包

## 二、基层、底基层施工

JICENG DUCENG SHI GONG

### 相关链接:

《公路路面基层施工技术规范》/(JTJ 034—93)/交通版

《高等级公路路基路面施工技术》/胡长顺编著/交通版

《高等级公路半刚性基层沥青路面》/沙庆林编著/交通版



## 基层、底基层施工

### 33. 稳定土的分类和适用范围有什么规定？

答：稳定土的分类和适用范围见表 2-1。

表 2-1

无机结合料成分	土的粒径	高速公路和一级公路	二级和二级以下公路
水泥稳定土	水泥土	底基层	基层 底基层
	水泥砂	基层 底基层	基层 底基层
	水泥碎石	基层 底基层	基层 底基层
	水泥砂砾	基层 底基层	基层 底基层
石灰稳定土	石灰土	底基层	基层 底基层
	石灰砂土	底基层	基层 底基层
	石灰碎石	底基层	基层 底基层
石灰工业废渣稳定土	二灰土	底基层	基层 底基层
	二灰砂砾	基层 底基层	基层 底基层
	二灰碎石	基层 底基层	基层 底基层
	二灰矿渣	基层 底基层	基层 底基层

**要点：结合材料分大类    颗粒大小再分类**  
**种类繁多要细分    适用性能各不同**

### 34. 稳定土混合料标准强度有什么要求?

答:在不同交通类别道路和不同的结构层中,试件在规定温度下保湿养生 6d,浸水 1d 后,进行无侧限抗压强度试验,其代表值应符合表 2-2 的要求。

表 2-2

用的层位	公路等级	二级和二级 以下公路	高速公路和 一级公路
	基层	2.5~3	3~5
水泥 稳定土	底基层	1.5~2.0	1.5~2.5
石灰 稳定土	基层	$\geq 0.8$	
	底基层	0.5~0.7	$\geq 0.8$
灰 混合料	基层	0.6~0.8	0.8~1.1
	底基层	$\geq 0.5$	$\geq 0.5$

**要点:**强度标准是根本 质量检验作标准

### 35. 水泥稳定土对水泥有什么要求?

答:普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和火山灰质硅酸盐水泥都可用于稳定土,但应选用终凝时间较长

## 基层、底基层施工

的水泥(宜在 6h 以上)。快硬水泥、早强水泥及已受潮变质的水泥不应使用,并宜用强度等级较低的水泥(如 32.5 或 42.5)。

**要点:终凝时间要较长 低标水泥优先选**

**36.石灰稳定土对石灰有什么要求?使用中注意事项有哪些?**

**答:**石灰是由石灰石、白云石、方解石等原材料燃烧而得。当氧化镁含量超过 5% 时,即称镁石灰;反之,称钙石灰。石灰的技术指标应符合《建筑生石灰》(JC/T 479—92)、《建筑生石灰粉》(JC/T 480—92)、《建筑消石灰粉》(JC/T 481—92)的要求。等外石灰、贝壳石灰、珊瑚石灰等,应通过试验,只要石灰土混合料的强度符合石灰稳定土强度标准,就可以使用。

使用石灰时通常将生石灰块加水,使之消解为消石灰,并过筛后使用。生石灰粉也就是磨细生石灰,使用时不需经过消解,但拌入土中后,需等 2~3h 再进行碾压。

露天堆放石灰,对石灰质量有很大的影响,石灰中有效镁、钙含量随露天放置时间而下降,因此,石灰运到现场后应尽快使用。如需堆放较长时间,应堆放在

地势较高处,并用土或其他覆盖物封存。

生石灰中或多或少含有欠火石灰和过火石灰。欠火石灰不能全部消解。过火石灰颜色变深,表面常被粘土杂质融化形成玻璃釉状物质所包裹,消解很慢。为消除过火石灰的危害,一般应提前 7~10d 消解。使用镁石灰时,要延长消解时间,缓慢加水,以润湿为主,不可用大水浸泡,消解时间以提前 10~15d 为宜。

**要点:**控制存放时间    检测钙镁含量  
严密覆盖防雨    注意充分消解

### 37. 稳定土对土有什么要求?

答:稳定土对土的要求如下:

(1)水泥稳定土:凡是能被经济地粉碎的土,都可用水泥稳定。对于高速公路和一级公路,水泥稳定土用做基层和底基层时,集料的最大粒径分别不超过 31.5mm 和 37.5mm,颗粒组成分别符合《公路路面基层施工技术规范》(JTJ 034—2000)表 3.2.2 的 3 号级配和 2 号级配(或 1 号)。有机质含量超过 2% 的土,必须先用水泥处理,闷料一夜,再用水泥稳定。硫酸盐含量超过 0.25% 的土,不应用水泥稳定。



## 基层、底基层施工

水泥稳定粒径较均匀的砂时,宜在砂中添加少量塑性指数小于 10 的粘性土或石灰土,也可添加粉煤灰,加入比例一般为 20% ~ 40% 左右,以使混合料的标准干容重接近最大值为依据确定。

(2)石灰稳定土:土的塑性指数在 15 ~ 20 的粘性土以及含有一定数量粘性土的中粒土和粗粒土均适用于用石灰稳定。

用石灰稳定不含粘性土或无塑性指数的土时,应添加适量粘性土。

用石灰稳定塑性指数偏大的粘性土宜采用焖料工艺;当塑性指数在 10 以下的亚砂土和砂土用石灰稳定时,不仅石灰掺量要多,也难于碾压成形,应采取适当的施工措施或采用水泥稳定。硫酸盐含量超过 0.8% 和有机质含量超过 10% 的上不宜用石灰稳定。

(3)石灰工业废渣稳定土:细粒土宜采用塑性指数 12 ~ 20 的粘性土(亚粘土);有机质含量超过 10% 的上不宜选用。

中粒土和粗粒土用做二灰混合料的集料应少含或不含有塑性指数的土。

**要点:**用土标准要牢记    土质不同有差异  
按类选用严要求    确保质量是前提

### 38. 稳定土对集料最大粒径有什么要求?

答:稳定土用做二级和二级以下公路的底基层时,颗粒最大粒径不应超过 53mm;用做基层时,集料粒径不应超过 37.5mm。

稳定土用做一级公路和高速公路的底基层时,集料最大粒径不应超过 37.5mm;用做基层时,集料最大粒径不应超过 31.5mm。

**要点:**集料要过筛 土块要打碎 超径不过关

### 39. 稳定土对碎石和砾石压碎值有什么要求?

答:稳定土中碎石和砾石的抗压碎能力应符合表 2-3 的要求。

表 2-3

材料类型	公路等级			
		高速公路和一级公路	二级公路	二级以下公路
水泥 稳定土	基层	不大于 30%	不大于 35%	
	底基层	不大于 30%	不大于 40%	
石灰 稳定土	基层		不大于 30%	不大于 35%
	底基层	不大于 35%	不大于 40%	

## 基层、底基层施工

续上表

材料类型 \ 公路等级	高速公路和一级公路	二级公路	三级以下公路
	基层	底基层	基层
石灰工业废渣稳定土	不大于 30%	不大于 35%	不大于 40%

用集料压碎值表示石料的抗压碎能力,便于工地试验室进行试验和控制。压碎值与集料中的扁平状、长条颗粒含量有关。

**要点:**集料坚硬又洁净    级配塑指符规定  
针片颗粒控标内    施工质量能保证

### 40. 稳定土中控制集料级配的目的是什么?

**答:**集料良好的级配是大小颗粒均有一定的适当比例,使其混合料中的孔隙相互填充达到最大干密度,从而得到强度高、耐久性好的效果。改善集料级配可以减少水泥、石灰用量,也是减少稳定基层裂缝的重要措施之一。

良好的集料级配,经碾压密实后,其固体体积率可以达到 85% ~ 90%,也就是说,其中的孔隙率只有 10% ~ 15%。其强度与集料的最大粒径、级配、集料中

5mm 以下颗粒的含量以及小于 0.075mm 的颗粒含量有关,水稳性又与 0.5mm 以下颗粒的含量有关。因而《公路路面基层施工技术规范》(JTJ 034—2000)对稳定土集料的级配提出具体规定。

**要点:**级配好孔隙率小 稳定土的强度高

#### 41. 稳定土混合料组成设计的任务是什么?

**答:**稳定土混合料组成设计的任务就是要根据规定的强度标准,通过试验选取最适宜于稳定的土,确定必须的水泥、石灰、粉煤灰等稳定材料的剂量和混合料的最佳含水量。在需要改善土的颗粒组成时,还包括确定所掺集料的比例,改善其级配,并通过试验确定其配合比。

**要点:**组成设计目的明 优化试验选配比  
各项数据有依据 指导施工有保证

#### 42. 稳定土混合料一般检测哪些项目?

**答:**稳定土混合料一般做以下检测项目:

(1)稳定土的击实试验。对水泥稳定土(水泥水化前)、石灰稳定土及石灰(或水泥)粉煤灰稳定土进行击实试验,以绘制稳定土的含水量—干密度关系曲线,从

## 基层、底基层施工

1.6.3.3 基层施工

而确定其最佳含水量和最大干密度。

(2)稳定土的无侧限抗压强度试验。按照预定干密度,用静力压实或锤击法制作高:直径=1:1的圆柱体试件,测定无侧限抗压强度。

(3)室内抗压回弹模量试验。有承载板法和顶面法两种。适宜于稳定细粒土和中粒土。

(4)水泥或石灰稳定土中水泥或石灰剂量的测定。

(5)各类稳定土的中粒土、粗粒土集料组成级配。

**要点:**试验检测应及时 发现问题及时改  
套用标准有依据 严格控制质量好

### 43. 稳定土混合料试件如何进行养护?

**答:**试件从试模内脱出并称量后,应立即放到密封湿气箱和恒温室进行保温、保湿养生。但中试件和大试件应先用塑料薄膜包覆。有条件时,可采用蜡封保湿养生。养生时间视需要而定。作为工地控制,通常都只取7d。作为应力检验用时,水泥稳定土、水泥粉煤灰稳定土的养生时间应是90d,石灰稳定土和石灰粉煤灰稳定土的养生时间应是6个月。整个养生期间

的温度,在北方地区应保持  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;在南方地区应保持  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

养生期的最后一天,应将试件浸泡在水中,水的深度应使水面在试件顶上约 2.5cm。在浸泡入水中之前,应再次称试件的质量。在养生期间试件质量的损失应符合下列规定:

小试件不超过 1g;中试件不超过 4g;大试件不超过 10g。质量损失超过此规定的试件要作废。

小试件:50mm×50mm;中试件:100mm×100mm;大试件:150mm×150mm。

**要点:试件养生应掌握 熟悉方法严操作  
出据资料真又准 指导施工保质量**

#### 44. 选定合适的水泥和石灰剂量要注意什么?

**答:**稳定土中的水泥或石灰剂量主要取决于混合料的强度。根据室内试配强度选定水泥或石灰剂量时要注意以下事项:

(1)水泥稳定土:工地实际采用的水泥剂量应比室内试验确定的剂量多 0~1.0%,集中厂拌法施工时增加 0.5%;路拌法施工时宜增加 1.0%。水泥的最小剂量应符合表 2-4 的要求。

## 基层、底基层施工

(2010-10-10)

(2)石灰稳定土:工地实际采用的石灰剂量应比室内试验确定的剂量多 0.5% ~ 1.0%,采用集中厂拌法施工时,可只增加 0.5%;采用路拌法施工时,宜增加 1.0%。

表 2-4

土 类 \ 拌和方法	路 拌 法	集中(厂)拌和法
中粒土和粗粒土	4	3
细粒土	5	4

(3)石灰工业废渣混合料:采用高钙粉煤灰时,其石灰用量往往较少。为提高石灰工业废渣的早期强度,可外加 1% ~ 2% 的水泥。

**要点:**结合料掺量事关重要    试配时全面考虑周到  
充分对比能少走弯路    质量问题萌芽时灭掉

45. 在现场施工中水泥和石灰剂量用什么方法测定?

**答:**在现场施工中水泥和石灰剂量的测定方法如下:

(1)可采用 EDTA 滴定法(JTJ 057—94 T 0809—94)测定。这种试验方法适用于在工地快速测定水泥和石灰稳定土中水泥或石灰的剂量,以检查拌和的均匀性,

用于稳定的土可以是细粒土,也可以是中粒土和粗粒土,且不因水泥和石灰稳定土龄期(7d 以内)和含水量的少量变化( $\pm 2\%$ )影响测定结果。一次剂量测定只需 10min 左右,也可用来测定水泥和石灰综合稳定土中结合料的剂量。

(2) 直读式测钙仪测定石灰土中石灰剂量。这种方法(JTJ 057—94 T 0810—94)适用于测定新拌石灰土中石灰的剂量。

关于仪器设备、试剂溶液制备、标准曲线、试验步骤、记录格式等,可参见《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTJ 057—94)。

**要点:溶液配制要精确 试验方法要熟练  
滴定精神要集中 避免差错数据准**

**46. 粗集料含量发生变化时标准干密度和最佳含水量如何校正?**

**答:**当试样中有大于 38mm 颗粒时,应先筛出大于 38mm 颗粒,并求得其百分率  $P$ ,把小于 38mm 部分做击实试验。按下列公式分别对试验所得的最大干密度和最佳含水量进行校正(适用于大于 38mm 颗粒的含量小于 30%时):



最大干密度:

$$\rho_{dm}^1 = \frac{1}{(1 - 0.01P) \rho_{dm}} + \frac{0.01P}{G_s'}$$

式中:  $\rho_{dm}^1$ ——校正后的最大干密度,  $g/cm^3$ ;

$\rho_{dm}$ ——用粒径小于 38mm 的土样试验所得的最大干密度,  $g/cm^3$ ;

$P$ ——试料中粒径大于 38mm 颗粒的百分数, %;

$G_s'$ ——粒径大于 38mm 颗粒的毛体积比, 计算至 0.01。

最佳含水量:

$$W_b^1 = W_b(1 - 0.01P) + 0.01PW_2$$

式中:  $W_b^1$ ——校正后的最佳含水量, %;

$W_b$ ——用粒径小于 38mm 的土样试验所得的最佳含水量, %;

$P$ ——同上;

$W_2$ ——粒径大于 38mm 颗粒的吸水量, %。

**要点: 集料级配最重要 千变万化难预料**  
**密度含水要校正 勤检勤测少不了**

#### 47. 稳定土施工时应遵守哪些规定?

答:水泥稳定土、石灰稳定土施工时应遵守以下规定:

(1)土块应尽可能粉碎,土块最大尺寸不应大于15mm。

(2)配料必须正确,水泥(石灰)必须摊铺均匀(路拌法)。

(3)洒水、拌和必须均匀。

(4)严格掌握基层厚度和高程,其路拱横坡应与面层一致。

(5)水泥稳定土及石灰工业废渣稳定土混合料应在处于或略大于最佳含水量时碾压,石灰稳定土混合料应在处于或略小于最佳含水量时进行碾压,直至达到要求的压实度。

(6)用12~15t三轮压路机碾压时,每层压实厚度不超过15cm,18~20t三轮压路机碾压时,不超过20cm。对于水泥稳定中粒土和粗粒土,采用能量大的振动压路机碾压时,或对于细粒土采用振动羊足碾与三轮压路机配合碾压时,其每层的压实厚度可根据试验适当增加。压实厚度超过上述规定时,应分层铺筑,

1 - 2017 - 2018

(7)水泥稳定土施工尽可能缩短从加水拌和到碾压终了的延迟时间。路拌法施工时,此时间不应超过3~4h,并应短于水泥的终凝时间。采用集中厂拌法施工时,延迟时间不超过2~3h。石灰稳定土施工时,应先将石灰消解或用生石灰粉。

(8) 必须保湿养生, 不使稳定土层面干燥, 也不应忽干忽湿。

(9)水泥稳定土基层上未铺封层或面层时,除施工车辆可慢过通行外,禁止一切机动车辆通行。

(10)在稳定土基层施工时,严禁用薄层贴补法进行找平。

要点:稳定土认真施工      严要求遵循规定  
配料准拌和均匀      适量水压实稳定

48. 稳定土的最低施工气温有什么要求?

**答:**稳定土材料的强度在高温下形成和发展得很快。当温度在  $0 \sim 5^{\circ}\text{C}$  时,其强度就难于形成或基本上没有什么增长,而当温度低于  $0^{\circ}\text{C}$  时,稳定土遭受反复

冻融,其强度还可能下降。所以,稳定土宜在春末和气温较高季节组织施工。施工期的最低气温应在  $5^{\circ}\text{C}$  以上,在有冰冻的地区,并应在第一次重冰冻 ( $-3 \sim -5^{\circ}\text{C}$ ) 到来之前半个月到一个半月完成。

**要点:掌握施工气温 保证强度形成**  
**季节到重冰冻 提前结束施工**

#### 49. 稳定土在雨季施工时应注意哪些事项?

**答:**稳定土在雨季施工时应注意以下事项:

(1) 土基雨前预防:路槽应开挖临时排水沟,以利排泄雨水。

(2) 土基雨后处理:雨中及雨后土基禁止车辆通行。

(3) 原材料防雨措施:要大堆存放,料堆周围要有排水沟,以便排水。

(4) 混合料防雨措施:混合料要边拌和,边摊铺,边碾压,缩短施工段长度。对已摊铺好的混合料,要在雨前或冒雨进行初压,雨停后再碾压密实。分层施工时,应在雨前铺好下层,以防雨水浸入土基。如遇连绵阴雨,暂停施工。

(5) 在潮湿多雨地区或其他地区的雨季施工时,宜

## 基层、底基层施工

采取措施保护细集料(如石屑和砂等)免遭雨淋。石灰宜选在公路两侧宽敞而临近水源且地势较高的场地集中堆放。当堆放时间较长时,应用塑料布或其他防水材料覆盖封存。石灰堆放在集中拌和场地时,宜搭防雨棚保护。

**要点:**注意气象信息 做好准备防下雨

一旦遭受雨水淋 针对处理有措施

50. 水泥稳定土路拌法施工的主要工艺流程是什么?

答:水泥稳定土路拌法施工的主要工艺流程见图 2-1。

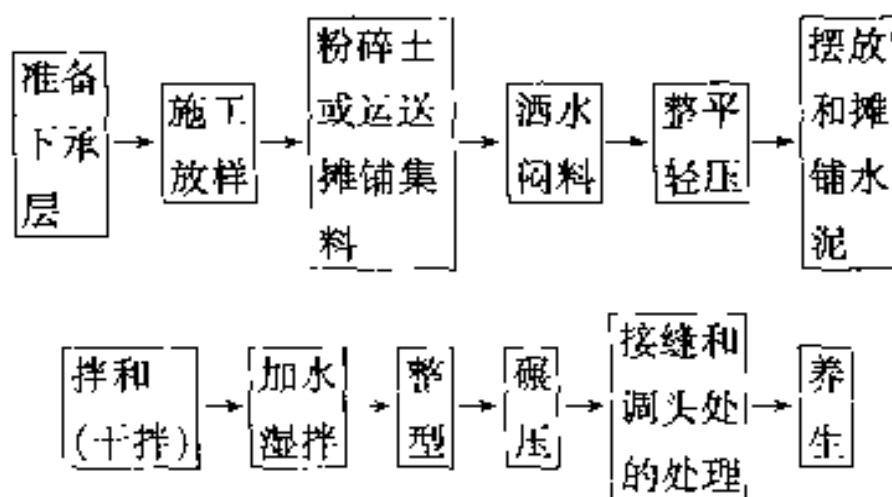


图 2-1 水泥稳定土路拌法施工工艺

石灰稳定土路拌法的施工工艺流程大致与水泥稳定土相同。

**要点：工艺流程要牢记 切莫颠倒与混淆**  
**机具配备应齐全 高速有序效果好**

51. 石灰工业废渣稳定土集中厂拌法施工主要工艺流程是什么？

答：石灰工业废渣稳定土集中拌和的工艺流程见图 2-2。水泥稳定土(石灰)的集中厂拌法也可参照执行。

**要点：工艺流程要牢记 切莫颠倒与漏掉**  
**机具设备配齐全 有条有序出好料**

石灰工业废渣集中拌和工艺流程见图 2-2。

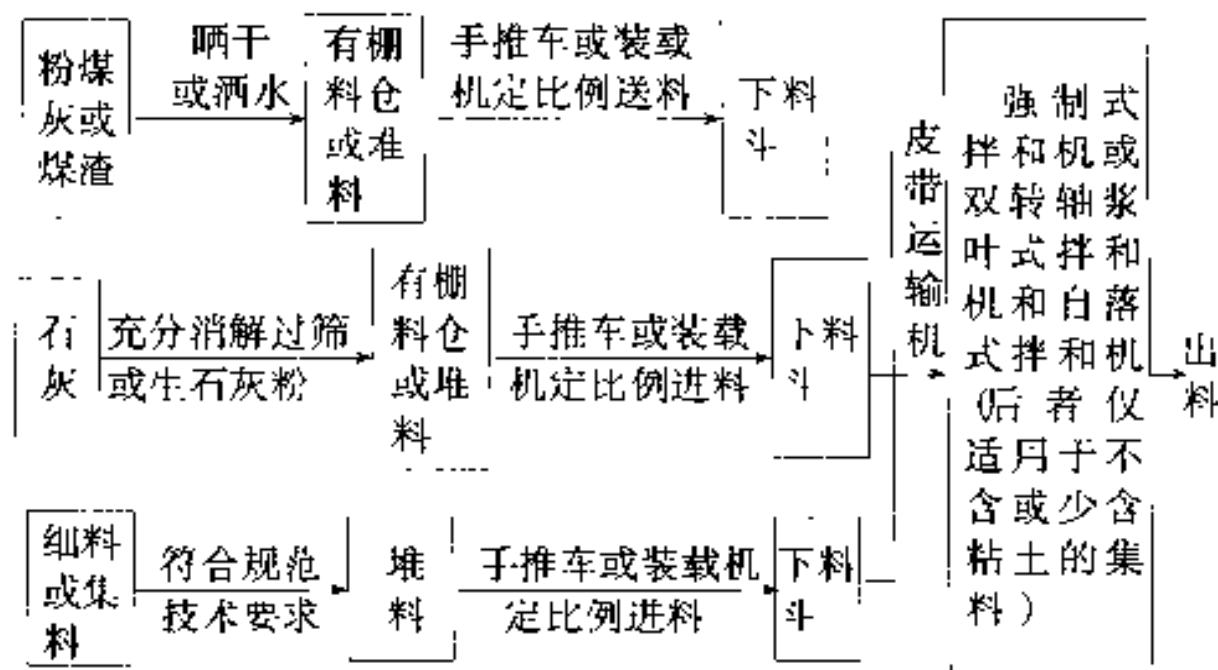


图 2-2 石灰工业废渣集中拌和工艺

### 52. 稳定土层施工的测量放样有什么要求?

**答:**(1)在下承层上(老路面或土基)恢复中线。直线段为15~20m设一桩,平曲线段每10~15m设一桩。或视当地地形起伏实际情况和工作需要,必要时可适当加密,并在两侧路肩边缘外0.3~0.5m设指示桩。

(2)进行水平测量,并在两侧桩上用明显标记标出稳定土层的顶面设计标高。

施工过程中,标桩如有丢失或移动,应及时补桩。

**要点:**测量放样不可少 标准样板全凭它  
复测验证有必要 保证精度不出错

### 53. 对稳定土的下承层检测哪些项目?

**答:**稳定土下承层表面应平整、坚实,具有规定的路拱,没有任何松散材料。下承层为土基时,检测高程、宽度、横坡度、平整度以及压实度,碾压检验、弯沉检验。下承层为底基层时检测高程、厚度、宽度、横坡度、平整度以及《公路路面基层施工技术规范》(JTJ 034—2000)表9.4.3 质量合格标准值项目。

**要点:**施工检测下承层 外形要求合标准  
内在质量要检测 全部合格再施工

#### 54. 稳定土先做试验段的目的是什么?

答:稳定土先做试验段的目的在于:

(1)决定正式施工时的集料配合比例。

(2)确定现有配套设备的混合料松铺系数。

(3)确定施工方法:

①集料数量的控制;

②集料的摊铺方法和适用的机具;

③确定合适的拌和机械,合适的拌和方法、拌和深度和拌和遍数;

④集料含水量的调整增减和控制方法;

⑤整平和整形的合适机具;

⑥压实机械的选择和组合,压实的顺序、速度和遍数;

⑦密实度的检查方法,初定每一作业段的最少检查数量,以及抗压强度的验证。

(4)确定每一作业段的合适长度。

(5)确定一次铺筑的合适厚度。

通过试验路段的实践,使施工方法更臻完善,有利于质量的全面提高。

**要点:**试验路段开头搞 确定工艺最重要

找出差距为改进 指导施工质量好



### 55. 料场集料的采集要注意哪些事项?

答:稳定土层所用的土是要经过选择的技术经济都较合理的集料,采集时要注意以下事项:

(1)将沿线所有料场先用肉眼鉴别,初步选定一些备用料场,然后从每个备用料场取有代表性的土料,送试验室进行原土料及与水泥或石灰混合料的物理力学性能试验,同时确定水泥或石灰剂量。根据试验结果,选定准备采用的料场,经反复试配以确定合格的集料源。

(2)选择采集,如料层上有覆盖土、树木、草皮等杂物,则首先应将它们清除干净。在推集选料过程中,应在预定采料深度范围内自上而下采集集料,不应分层采集,避免将不合格的土料推入选料堆中。如发现土料有明显变化,则应及时采取有代表性的样品送试验室进行规定的各项试验。

(3)集料中有较大土块,则应先进行粉碎,如集料中超尺寸的石料颗粒过多,则应在料场进行筛选。

**要点:**选择料场反复比 抓住质量是关键  
用料变化要调整 莫因集料出问题

## 56. 如何计算和控制路段上集料的用量?

答:路段上集料用量按以下方法计算和控制:

(1)应事先通过试验确定集料的松铺系数或压实系数。根据摊铺宽度、厚度算出集料数量,从而确定堆料的间距。

(2)摊铺集料应在摊铺水泥的前一天进行,摊铺长度应以日进度的需要量为度,够次日一天内完成加水泥(或石灰)、拌和、碾压成形即可,但雨季施工不宜提前一天将料铺开。

(3)检验松铺材料层的厚度是否符合预计要求。  
 $\text{松铺厚度} = \text{压实厚度} \times \text{松铺系数}$ 。必要时应进行减料或补料工作。

(4)人工摊铺集料时,其松铺系数可参考表 2-5。

表 2-5

材料名称	松铺系数	备 注
水泥稳定砂砾	1.3 ~ 1.35	
水 泥 土	1.53 ~ 1.58	现场人工摊铺土和水泥,机械拌和,人工整平

## 基层、底基层施工

（3）（4）（5）（6）

(5)根据各路段稳定土层的宽度、厚度及预定的干密度,计算各段需要的干集料数量,根据料场集料的含水量以及所用运料车辆的吨位,计算每车料的堆放距离;

(6)集料装车时,应控制数量基本相等。

**要点:准确堆料有规矩 压实系数最关键  
不多不少最适宜 多退少补生事非**

### 57.如何计算和控制水泥(石灰)摊铺面积?

**答:**用袋装水泥、石灰时,应先根据稳定土的压实厚度,预定的干密度和结合料剂量,计算  $1\text{m}^2$  稳定土需要的水泥(石灰)用量,并计算每袋水泥(石灰)的摊铺面积。然后划格按平方米布水泥(石灰)。

例如:水泥稳定层的压实厚度为  $15\text{cm}$ ;预定水泥剂量为  $5\%$ ,水泥砂砾混合料的最大干密度为  $2360\text{kg}/\text{m}^3$ 。要求的压实度为  $95\%$ ,则  $1\text{m}^2$  面积需要的水泥用量为:

$$1 \times 1 \times 0.15 \times 2360 \times 0.95 - 1 \times 1 \times 0.15 \times 2360 \times 0.95 \div (1 + 0.05) = 336.3 - 320.3 = 16(\text{kg})$$

由此,一袋水泥应该覆盖的面积为(每袋水泥以  $50\text{kg}$  计):

$$50/16 = 3.125(\text{m}^2)$$

若水泥稳定层的宽度为 12m, 预定摆 6 列水泥, 每列水泥的间距为 2m(首列和末列离边缘 1m), 则纵向每袋水泥的间距为

$$3.125/2 = 1.56(\text{m})$$

**要点:**摊铺面积要计算 水泥石灰剂量准  
材料准确拌均匀 产品质量有保证

### 58. 袋装水泥(石灰)如何摊铺?

**答:**袋装水泥(石灰)摊铺方法如下:

(1)按上述计算的每袋水泥的纵横间距,用石灰或水泥在集料层上做摆放水泥的标记,并同时画出摊铺水泥的边线。

(2)水泥当日运送到摊铺路段后,应直接卸在按事先做好标记的地点摆放水泥,并应检查有无遗漏和多余。运送水泥的车辆应有防雨设备。

(3)将水泥袋拆开,倒出水泥后,用木刮板将水泥均匀摊开,并应注意使每袋水泥的摊铺面积相等。水泥摊铺完毕后,表面应没有空白位置,也没有水泥过分集中的位置。以颜色均匀一致为度。

(4)如为水泥和石灰综合稳定土时,应先将石灰和

## 基层、底基层施工

1

土拌和后一起进行闷料。然后再摊铺水泥。

(5)在较大的施工工地,有时用散装水泥撒布车(可装 25t 水泥)撒铺水泥,它要比用人工摊铺水泥均匀得多。使用高效率的撒布车时,即使水泥剂量只有 1%也能撒匀,而用人工摊铺水泥时,实际可能操作的最小水泥剂量约为 2%。

**要点:水泥摊铺须均匀 方法得当是关键**

**均匀标准观颜色 均匀布料方稳定**

### 59. 稳定土湿拌洒水时注意哪些事项?

**答:**均匀地喷洒足够数量的水,对稳定土的质量是十分重要的,洒水时应注意以下事项:

(1)用喷管式洒水车洒水,洒水距离应长些,水车起洒处和另一端调头处都应超出拌和段 2m 以上。洒水车不应在正进行拌和路段或当天计划拌和路段上及两头停留,以防局部水量过大。

(2)洒水后,再次进行拌和,使水分在混合料中分布均匀。拌和机械应紧跟在洒水车后面进行拌和,尤其在纵坡大的路段上应紧密配合,减少水分流失。

(3)在洒水及拌和过程中用快速测定仪及时检查混合料的含水量,当接近最佳含水量时,应逐步少加

水。含水量可略大于最佳含水量;稳定粗粒土和中粒土时含水量可增加 $0.5\% \sim 1.0\%$ ;稳定细粒土时含水量可增加 $1\% \sim 2\%$ ,以补偿施工中水分的蒸发。

(4)混合料的最佳含水量也可在现场人工控制,以在手中能紧捏成团,落在地上能散开,并应参考室内击实试验最佳含水量时混合料的状态。

**要点:洒水宜慢要控制 忽多忽少不适宜  
水量略大莫太干 湿润均匀好压实**

#### 60. 水泥稳定土路拌法施工作业段长度如何确定?

**答:**水泥稳定土施工必须采用流水作业法,各工序必须紧密衔接,特别要尽量缩短从拌和到完成碾压之间的延迟时间。此延迟时间宜控制在 $3 \sim 4\text{h}$ 之内,如必须再延长时间时,不应超过水泥的终凝时间,但应通过试验确定。

当确定每个作业段的合理长度时,必须考虑下列综合因素:

- (1)水泥的终凝时间;
- (2)延迟时间对混合料密实度和抗压强度的影响;
- (3)施工机械的配备数量和效率;

## 基层、底基层施工

- (4) 施工人员的熟练程度;
- (5) 尽量减少施工中的接缝;
- (6) 气候条件。

一般情况下,每个流水作业段以 200m 为宜(幅宽为 7~8m)。但每天的第一个作业段宜短些。

此外延迟时间的影响程度还与水泥剂量有关。

**要点:**长度决定有根据 工序紧密衔接紧  
操作时间莫延迟 内在强度有保证

### 61. 稳定土路拌法施工拌和中注意哪些事项?

**答:**撒铺均匀是使水泥(石灰)在面上分布均匀,要使水泥沿深度分布均匀还必须充分拌和。稳定土路拌法施工拌和中要注意以下事项:

(1) 对二级以上公路应采取专用稳定土拌和机进行拌和,并设专人随机进行检查和调整拌和深度,使其满足要求。

(2) 防止水泥(石灰)落到底部,开始的 1~2 遍不应翻犁到底。

(3) 防止底部留有“素土”夹层,应略破坏下承层 0.5~1cm,有利于上下层联结,不应过多。

(4) 配合人工拣出超出尺寸的颗粒,消除粗、细集

料“窝”以及局部过分潮湿和干燥之处。

(5)拌和完成的标志是混合料色泽一致,没有灰条、灰团和花面,没有粗细集料“窝”,且水分合适均匀。

**要点:**开头翻拌勿到底 防止胶料沉下去  
消灭夹层料拌匀 复拌深入一厘米

## 62. 稳定土集中拌和有什么要求?

**答:**稳定土集中拌和的要求如下:

(1)对高速公路和一级公路应采用专门稳定土拌和设备拌制混合料,并在拌制前对设备进行调试以达到规定要求;

(2)土块应粉碎,使最大尺寸不大于 15mm;

(3)计量要严格,以达到配料准确;

(4)含水量要略大于最佳值,使混合料运送到现场摊铺后碾压时的含水量不小于最佳值;

(5)拌和要均匀;

(6)拌和机的拌和能力宜大于摊铺机的生产能力,防止因拌和机生产能力较低而降低摊铺速度,延长摊铺机待料时间。

**要点:**集中拌和均匀好 力学性质有提高  
集料要求应严格 拌和质量定可保



### 63. 稳定土运输中有何要求？

答：稳定土运输中的要求如下：

(1) 稳定土施工的延迟时间长短，对混合料所能达到的密实度和强度有很大影响。同一种水泥混合料延迟时间越长，所能达到的干密度越小，混合料的强度降低得越多。对水泥稳定粘性土或砾质砂，延迟影响更为突出。因此，在实际施工中，使用拌和效率高的机械，并使拌和、整平、碾压几道工序紧紧相接，尽可能缩短延迟时间。

(2) 应尽快将拌成的混合料运送到铺筑现场，根据铺筑层厚度和要求达到的压实干密度，计算每车混合料的摊铺面积。每车装载数量应基本相等。

(3) 如运距较远，车上的混合料应有覆盖，以防水分过分流失。车箱内应严密，无孔洞或缝隙，以防止混合料漏出。

(4) 运输道路应平坦顺畅，无坑洼高坎，不颠簸，以避免混合料分散离析。

**要点：**道路平坦无坑坎    运输通顺须保障  
缩短时间早点到    及时供料最重要

## 64. 稳定土采用平地机摊铺混合料时注意哪些事项?

答:为保证稳定层的标高、厚度、平整度,必须采用摊铺机摊铺混合料,二级以下公路当设有摊铺机时,也可以用自动找平平地机摊铺混合料,并注意以下事项:

(1)根据铺筑层的厚度和要求达到的压实干密度计算每车混合料的摊铺面积;

(2)将混合料均匀地卸在路幅中央,路幅宽时也可将混合料卸成两行;

(3)用平地机将混合料按松铺厚度摊铺均匀;

(4)设一个 3~5 人的小组,携带一辆装有新拌混合料的小车,跟在平地机后面,及时消除粗集料窝和粗集料带,铲除粗集料,补以新拌的均匀混合料,或补撒拌匀的水泥细集料混合料,并与粗集料拌和均匀;

(5)用平地机摊铺混合料后的整形、碾压,均与路拌法相同。

**要点:**摊铺集料需均匀    粗细颗粒没有窝  
找补坑洼用新料    整平措施可控制

### 65. 路拌法施工进行整形操作时注意哪些事项?

答:(1)混合料拌和均匀后,立即用平地机进行初平,在直线段由两侧向路中心刮平,曲线段由内侧向外侧刮平,需要时返回再刮1~2遍。

(2)用轮胎压路机、履带拖拉机或平地机立即在刚初平的路段上快速碾压一遍,以暴露潜在的不平整。

(3)再用平地机如前那样整平。

(4)在用轮胎压路机碾平时,因轮胎表面没有花纹,压后表面比较光滑,在用平地机整平前,应先用齿耙把低洼处表面5cm以上耙松,必要时用新拌成的混合料找补,然后再用平地机整平。

(5)每次整平都要按照要求的坡度和路拱进行,特别要注意接缝处的顺适平整。

(6)当用人工整形时,应用锹和耙先将混合料摊平,用路拱板进行初整,用拖拉机初压1~2遍后,根据实测的压实系数,确定纵、横断面的标高,并设置标记和挂线,用锹耙按线整形。

(7)在整形过程中,严禁车辆通行,并保持无明显的粗细集料离析。

一般情况下摊铺时,要按宁高勿低的原则,最后整

平时要按宁刮勿补的原则处理。切忌在较光滑的平面上进行薄层找补。薄层找补会导致其上沥青面层发生推移破坏。

**要点:**压实平整是先导 整形工艺不可少  
按规操作当熟练 机械配套要确保

### 66. 在碾压过程中应该遵循哪些原则?

**答:**当稳定土整平到需要的断面和坡度后即可进行碾压,碾压应遵循以下原则:

(1)应立即用 12 ~ 15t 三轮压路机、振动压路机或轮胎压路机,在全宽内进行碾压,在含水量适合的情况下碾压 6 ~ 8 遍。

(2)碾压时直线段由两侧路肩向中心碾压,曲线段由内侧路肩向外侧路肩进行碾压。

(3)错轮时,后轮迹的重叠宽度不得少于后轮宽度的 1/2,稳定层的边部宜多压 2 ~ 3 遍。应在规定时间内碾压到要求的密实度,同时没有明显的轮迹,前两遍碾压速度以 1.5 ~ 1.7km/h 为宜。以后用 2.0 ~ 2.5km/h 的速度。后轮压完路面全宽时,即为一遍。

(4)任何压路机不得在已完成的或正在碾压的路

## 基层、底基层施工

段上调头或急刹车,以避免破坏稳定层表面。

(5)为保持碾压过程中稳定土表面湿润,可补洒少量的水。

(6)如发生弹簧、松散起皮等现象,应及时翻开,换以新的混合料或用其他方法处理,使其达到质量要求。

(7)在碾压结束之前,可用平地机再终平一次,使稳定土层纵向顺适,路拱和超高符合要求。终平应仔细进行,只刮去局部高出部分,对少数局部低洼之处不再找平,留待上层处理。

**要点:碾压工艺要牢记 机械配套压实好  
质量标准严掌握 密实平整最重要**

### 67. 路拌法施工时纵横接茬处应如何处理?

**答:**1)纵横接茬的处理

(1)同日施工的两工作段应搭接拌和,第一段拌和后留 5 ~ 8m 不碾压。第二段施工时,将前段留下未压部分与第二段一起拌和碾压,水泥稳定土需再加拌部分水泥。

(2)隔天施工的工作缝按下述方法处理:

①在已碾压完成的稳定土末端(已压实),沿稳定

土开挖一条宽约 30cm 的槽,直挖到下承层顶面,此槽与路中心线垂直,靠稳定土的面切成垂直面。

②将两根方木(长为稳定土全宽之一半,厚度与压实稳定土厚度相同)放在槽内,紧靠稳定土,以保护其边缘,方木的另一侧用素土回填至 3~5m 长,然后进行整形碾压。

③第二天,邻接的作业段拌和结束,除去顶木,用混合料回填,靠近方木未能拌和的一小段,应用人工进行补充拌和,并将接缝修整平顺。

(3)石灰稳定土、石灰粉煤灰稳定土的隔日施工缝可按同日施工的两工作段搭接拌和。

## 2)纵缝的处理

(1)稳定层的施工,应避免纵向接缝,在必须分两幅施工时,纵缝必须垂直相接,不应斜接。

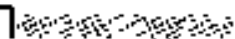
(2)在前一幅施工时,在靠中央一侧用方木或钢板做支撑。高度与稳定土层的厚度相同。

(3)混合料拌和结束后,靠近支撑木的部分用人工进行补充拌和,然后整形压实。

(4)在铺筑另一幅时或在养生结束后拆除支撑木。

(5)第二幅混合料拌和结束后,靠近第一幅部分应用人工进行补充拌和,然后进行整形和碾压。

## 基层、底基层施工



**要点：纵横接茬妥处理 高低落差变平顺  
拌和碾压缠紧密 不留后患使用久**

### 68. 摊铺机摊铺时纵横向接缝如何处理？

**答：**摊铺机摊铺时，纵横向接缝处理方法如下：

(1)用摊铺机摊铺混合料时，中间不宜中断，如因故中断时间超过 2h，应设置横向接缝，摊铺机应驶离混合料末端。

(2)人工平整末端混合料，紧靠混合料放两根方木，方木的高度与混合料压实厚度相同，整平紧靠方木的混合料。

(3)方木的另一侧用砂砾或碎石回填约 3m 长，其高度应高出方木几厘米，将混合料碾压密实。

(4)在重新开始摊铺混合料之前，将砂砾或碎石和方木除去，并将下承层顶面清扫干净。

(5)摊铺机返回到已压实层的末端，重新开始摊铺混合料。

(6)如摊铺中断后，未按上述方法处理横向接缝，而中断时间已超过 2h，则应将摊铺机附近及其下面未经压实的混合料铲除，并将已碾压密实且高程和平整度符合要求的末端挖成一横向(与路中线垂直)垂直向

下的断面,然后再摊铺新的混合料。

(7)应避免纵向接缝,如摊铺机的摊铺宽度不够,必须分两幅摊铺时,宜采用两台摊铺机一前一后相隔5~10m同步向前摊铺混合料,并一起进行碾压。在不能避免纵向接缝时,纵缝必须垂直相接,并按下述方法处理:

①在前一幅摊铺时,靠后一幅的一侧用方木或钢模作支撑,模的高度与稳定土层的压实厚度相同;

②养生结束后,在摊铺另一幅之前拆除支撑木。

**要点:**按照要求去处理 接茬自然又平顺

**方法:**熟悉积经验 避免开裂是目的

**69. 采用弱膨胀土做灰土、二灰土基层的施工要点是什么?**

**答:**当用弱膨胀土做灰土、二灰土基层时,其经济有效的处理方法是掺石灰进行砂化处理,以降低其塑性指数和膨胀率。施工前,根据弱膨胀土的塑性指数大小,一般掺加3%~4%的石灰,经过3~4d(最长不宜超过6d)的砂化,即可使用。砂化的具体时间还要视土的塑性指数的降低程度以及易破碎程度来决定,一般要求塑性指数降至16~18,此时其膨胀率得到控



## 基层、底基层施工

制,即可按土砂化后的塑性指数进行配合比设计,并按常规土的施工方法进行灰土、二灰土的施工。应注意的是,实际施工时的砂化时间应尽量与做配比时的砂化时间相一致,而且一旦进行摊铺碾压施工,尽可能在1d之内将砂化好的土施工完毕。

**要点:弱膨胀土要处置 添加石灰来砂化**  
**塑指降到十六、八 灰土施工同常规**

**70. 采用低塑性土施工灰土、二灰土基层时易出现什么问题? 如何处理?**

**答:**在压实过程中,可能会产生表面起皮、松散、不光滑、弹簧、压实度达不到要求等现象。产生这些现象的原因主要是整平时有薄层贴补、混合料的含水量不均匀或含水量不足、混合料布料不均匀等等,从而导致某些地方孔隙比增大,无法达到要求的压实度。也有可能是压实工艺不合理而出现上述现象。处理的方法有以下几种:

(1)拌和时严格控制好含水量:混合料的含水量要平均,灰土、二灰土在最后一次拌和时,应及时检查含水量,并根据施工季节的不同来决定加水拌和的喷水量。春夏季施工时,由于有风和气温高,应及时调整

其含水量,最后一次拌和的含水量一般应比最佳含水量高出 2% ~ 4%,在一般情况下施工时,应高出 1% ~ 2%。以此克服压实度达不到要求和产生弹簧现象发生。

(2)摊铺整平时避免薄层贴补,以克服起皮、松散、不光等现象发生。在计算用料时,宜比实际用料多一些,即摊铺的标高要比实际的标高高出 0.5 ~ 1.0cm。在平地机整平前要用履带式推土机进行摊压,此时禁止采用光轮压路机碾压。平地机整平时,不要刮补,而应削刮到要求标高。

(3)碾压过程中要严格控制其工艺,应在最佳含水量下进行碾压,一般用 C30 压路机静压一遍,然后低振碾压两遍,再用 12 ~ 15t 光轮压一遍,最后用胶轮压一遍,不得过压或超压。压实过程中,要防止表面含水量不足,造成基层破坏。

**要点:**混料拌和应均匀 水量控制检测勤  
整平不能薄贴补 工艺控制要认真

## 71. 如何对稳定土进行养护?

**答:**稳定土压实后,一般情况下必须进行一段时间的养护,待达到一定强度后,再进行下道工序。

## 基层、底基层施工

### 1) 一般要求

(1)当压实完成且经压实度检查合格后,应立即开始养护。用符合要求的材料覆盖,如帆布、麻袋、稻草、沥青乳液等。整个养生期间,不论采用何种方法,应始终保持稳定土表面潮湿,不应时干时湿。

(2) 养生期一般规定不少于 7d。

(3) 养生期必须封闭交通(除洒水车外)。因稳定层的强度随硬化龄期的延长而增长,为了使稳定层结构不受振动破坏、变形,确保强度正常增长,至少养护 7d。

## 2) 水泥稳定土

(1)水泥稳定土底基层分层施工时,下层碾压完后,在采用重型振动压路机碾压时,宜养生 7d 后铺筑上层水泥稳定土。在铺筑上层之前应始终保持下层表面湿润,且宜在下层表面撒少量水泥或水泥浆。

(2)底基层应养生 7d 后方可铺筑基层。

(3)水泥稳定级配碎石(或砾石)基层分两层用摊铺机铺筑时,下层碾压密实后,在不采用重型压路机碾压时,宜立即摊铺上层,否则在下层顶面应撒少量水泥或水泥浆。

(4)宜采用湿砂进行养生,砂层厚宜为7~10cm。

砂铺匀后,应立即洒水,并始终保持潮湿状态。不得使用湿粘土覆盖。养生结束后,必须将覆盖物清除干净。

(5)对于基层,也可以用喷洒沥青乳化液进行养生。乳液用量为  $0.8 \sim 1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ ,宜分两次喷洒。第一次喷洒沥青含量约 35% 的慢裂沥青乳液,第二次喷洒沥青浓度较大的乳液。

(6)无条件时,用洒水车洒水养生,每天洒水次数视气候而定。

### 3) 石灰稳定土

(1)养生期间,每一次洒水后,应用两轮压路机将表面层压实。

(2)石灰稳定土基层碾压结束后  $1 \sim 2\text{d}$ ,当表面较干燥时(如石灰含量不大于 10%,石灰粒料土的含量为 5% ~ 6%),可以立即喷洒透层沥青,然后做下封层或铺筑面层,但初期禁止重型车辆通行。

(3)在采用覆盖措施的石灰稳定土层上,不能封闭交通时,应限制车速,不得超过  $30\text{km}/\text{h}$ ,并禁止重型卡车通行。

(4)石灰稳定土分层施工时,下层碾压完成后,可以立即铺筑上一层石灰稳定土,不需专门的养生期。

## 基层、底基层施工

1. 2. 3. 4. 5.

### 4) 石灰工业废渣稳定土

(1) 石灰工业废渣稳定土层碾压完成后的第二天或第三天开始养生, 每天洒水的次数视气候条件而定, 应始终保持表面潮湿。也可以用泡水养生法。

(2) 二灰层宜采用泡水养生法, 养生期应为 14d。

(3) 对于二灰稳定粗、中粒土的基层, 也可以用沥青乳液和沥青下封层进行养生, 养生期一般为 7d。

(4) 石灰工业废渣底基层分层施工时, 下层碾压完毕后, 可以立即铺筑上一层, 不需专门的养生期。也可以养生 7d 后再铺筑另一层。

**要点:** 恰当养生不可少    覆盖常温效果好  
强度增长不破坏    七天龄期应确保

### 72. 稳定层碾压成形后为什么不能开放交通?

**答:** 水泥(或石灰)的水化凝结、硬化是一个连续而复杂的物理化学变化过程, 其强度是随硬化龄期的延长而增长。为确保硬化期内稳定层的结构不受振动破坏, 使强度正常增长和表层不被损坏或发生局部变形, 稳定层碾压成形后, 必须封闭交通进行养生, 养生期不少于 7d。

## 73. 稳定层的主要检测内容与验收标准是什么?

答:稳定层施工过程中的质量管理包括外形尺寸的控制和检查,以及质量控制和检查。具体按《公路路面基层施工技术规范》(JTJ 034—2000)9.4 中的要求进行控制和检查。稳定层的主要检测内容与验收标准见表 2-6。

质量控制的主要项目、频度和质量标准 表 2-6

工程类别	项 目		频 度	质 量 标 准	
				高速公路和一级公路	一般公路
底基层	纵断高程 (mm)		二级及二级以下公路每 20 延米 1 点;高速公路和一级公路每 20 延米 1 个断面,每个断面 3~5 个点	+5, -15	+5, -20
	厚度 (mm)	均值	每 1500 ~ 2000m <sup>2</sup> 6 个点	-10	-12
		单个值		-25	-30
	宽度 (mm)		每 40 延米 1 处	+0 以上	+0 以上
	横坡度 (%)		每 100 延米 3 处	±0.3	±0.5
	平整度 (mm)		每 200 延米 2 处,每处连续 10 尺 (3m 直尺)	12	15

# 基层、底基层施工

续上表

工程类别	项 目		频 度	质 量 标 准	
基 层	纵断高程 (mm)		二级及二级以下公路每 20 延米 1 点;高速公路和一级公路每 20 延米 1 个断面,每个断面 3~5 个点	+5, -10	+5, -15
	厚度 (mm)	均值	每 1500~2000m <sup>2</sup> 6 个点	-8	-5
		单个值		-10	-20
	宽度(mm)		每 40 延米 1 处	-0 以上	+0 以上
	横坡度(mm)		每 100 延米 3 处	±0.3	±0.5
	平整度 (mm)		每 200 延米 2 处,每处连续 10 尺	8	12
			连续式平整度仪的标准差(mm)	3.0	

续上表

工程类别	项 目	频 度	质 量 标 准
水泥或石灰稳定土及综合稳定土	水泥或石灰剂量	每 2000m <sup>2</sup> 1 次, 至少 6 个样品, 用滴定法或用直读式测钙仪试验, 并与实际水泥或石灰校核	不小于设计值 - 1.0%
	含水量	据观察, 异常时随时试验	在 JTJ 034—2000 规定范围内
			在 JTJ 034—2000 规定范围内
	压实度	每一作业段或不超过 2000m <sup>2</sup> 检查 6 次以上	二级及二级以下公路 93% 以上, 高速公路和一级公路 95% 以上
			二级及二级以下公路的底基层 95%, 基层 97%; 高速公路和一级公路的底基层 96%, 基层 98%
	抗压强度	稳定细粒土, 每一作业段或每 2000m <sup>2</sup> 6 个试件; 稳定中粒土和粗粒土, 每个作业段或每 2000m <sup>2</sup> 6 个或 9 个试件	符合 JTJ 034—2000 规范规定



# 基层、底基层施工

续上表

工程类别	项 目	频 度	质 量 标 准
石灰工业废渣稳定土	石灰剂量	每 2000m <sup>2</sup> 1 次	石灰剂量不小于设计值 - 1% (当石灰剂量少于 4% 时, 为不少于设计值 - 0.5%) 以内
	含水量	据观察, 异常时随时试验	最佳含水量 $\pm 1\%$ (二灰土为 $\pm 2\%$ )
	压实度		二级及二级以下公路 93% 以上, 高速公路和一般公路 95% 以上
			二级及二级以下公路底基层 95% 或 93%, 基层 97% 以上; 高速公路和一级公路底基层 97% 或 95%, 基层 98% 以上
	抗压强度	稳定细粒土, 每一作业段或每 2000m <sup>2</sup> 6 个试件; 稳定中粒和粗粒土, 每个作业段或每 2000m <sup>2</sup> 6 个或 9 个试件	符合规定要求

续上表

工程类别	项 目	频 度	质 量 标 准
底基层	弯沉值 检 验	每一评定段(不超过 1km)每车道 40 ~ 50 个 测点	95%(二级及二级以下公路)或 97.7%(高速公路和一级公路)概率的上波动界限不大于计算得的容许值
基层	弯沉值 检 验	每一评定段(不超过 1km)每车道 40 ~ 50 个 测点	95%(二级及二级以下公路)或 97.7%(高速公路和一级公路)概率的上波动界限不大于计算得的容许值

## 三、沥青混凝土路面施工

—————

LIQING HUNYINGTU LUYIAN SHIGONG

### 相关链接：

《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ 032—94)/交通版

《高等级公路沥青混凝土路面新技术》/刘中林编著/交通版

《沥青及沥青混合料路用性能》/沈金安编著/交通版

《改性沥青与 SMA 路面》/沈金安编著/交通版

《高速公路沥青路面早期破坏现象与预防》/沙庆林著/交通版



74. 重交通与中轻交通道路石油沥青的技术标准有何区别?

答:重交通道路石油沥青技术要求如表 3-1。

表 3-1

试 验 项 目	AH—130	AH—110	AH—90	AH—70	AH—50
针入度(25℃,100g,5s) (0.1mm)	120 ~ 140	100 ~ 120	80 ~ 100	60 ~ 80	40 ~ 60
延度(5cm/min,15℃) 不小于(cm)	100	100	100	100	80
软化点(环球法)(℃)	40 ~ 50	41 ~ 51	42 ~ 52	44 ~ 54	45 ~ 55
闪点(COC) (℃)	230				
含蜡量(蒸馏法) 不大于(%)	3				
密度(15℃)(g/cm <sup>3</sup> )	实测记录				
溶解度(三氯乙烯) 不小于(%)	99.0				

续上表

试验项目		AH—130	AH—110	AH—90	AH—70	AH—50
薄膜加热试验 163℃ 5h	质量损失 不大于(%)	1.3	1.2	1.0	0.8	0.6
	针入度比 不小于(%)	45	48	50	55	58
	延度(25℃) 不小于(cm)	75	75	75	50	40
	延度(15℃)(cm)	实测记录				

主要区别有:

(1)重交通道路石油沥青含蜡量要求不大于3%,而中轻交通道路石油沥青对含蜡量未作要求。

(2)延度试验条件的不同,重交通是在5cm/min水温15℃条件下的试验结果,而中轻交通是在5cm/min水温25℃条件下的试验结果。

(3)重交通道路石油沥青163℃、5h的薄膜加热试验项目中,有延度控制指标要求,中轻交通蒸发损失试验对延度没有要求。

**要点:** 沥青标号有区别    重交蜡量有指标  
延度试验不相同    沥青标准应记牢

75. 用于沥青面层的粗、细集料的质量要求有哪些?

答:粗集料应洁净、干燥、无风化、无杂质,具有足够的强度、耐磨耗性。粒径规格应按《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ 032—94)的规定选用。其质量技术要求如表 3-2。

表 3-2

指 标		高速公路和 一级公路	其他等级公路
石料压碎值	不大于(%)	28	30
洛杉矶磨耗损失	不大于(%)	30	40
视密度	不小于( $t/m^3$ )	2.50	2.45
吸水率	不大于(%)	2.0	3.0
对沥青的粘附性	不小于	4 级	3 级
坚固性	不大于(%)	12	—
细长扁平颗粒含量	不大于(%)	15	20
水洗法 $<0.075mm$ 颗粒含量	不大于(%)	1	1
软石含量	不大于(%)	5	5
石料磨光值	不小于(BPN)	42	实测

续上表

指 标		高速公路和 一级公路	其他等级公路
石料冲击值	不大于(%)	28	实测
破碎砾石的破碎面积	拌和的沥青混合料路面 表面层 不小于(%)	90	40
	拌和的沥青混合料路面 中、下面层 不小于(%)	50	40
	贯入式路面 不小于(%)	—	40

细集料可采用天然砂、机制砂及石屑等,但其规格应分别符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ 032—94)有关规定,并应洁净、干燥、无风化、无杂质,颗粒组成适当。其质量技术要求应符合表 3-3 的规定。

表 3-3

指 标		高速公路和 一级公路	其他 等级公路
视密度	不小于( $t/m^3$ )	2.5	2.45
坚固性(>0.3mm 部分)	不大于(%)	12	—
砂当量	不小于(%)	60	50

注:坚固性试验可根据需要进行。砂当量试验有困难时,也可用水洗法测定粒径小于 0.075mm 颗粒含量,对高速公路和一级公路不大于 3%,其他公路不大于 5%。



要点:主要指标应记牢 视密大于二点五  
压碎小于百二八 磨耗不超百三十  
扁平高限百十五 磨光须过四十二  
细集粒料砂当量 下限百分之六十

76. 沥青混合料为什么要规定使用石灰岩矿粉?  
对其质量标准有什么要求?

答:用石灰岩和白云石细磨得到的矿粉最好,均属憎水性的碱性石料。因此,沥青与石灰岩矿粉混合胶结在矿料界面处,将产生较高的握裹粘附强度。矿粉要求干燥、洁净,其质量技术要求见表 3-4。

表 3-4

指 标		高速公路和 一级公路	其他等级公路
视密度	不小于( $t/m^3$ )	2.50	2.45
含水量	不大于(%)	1	1
粒 度 范 围	< 0.6mm (%)	100	100
	< 0.15mm (%)	90 ~ 100	90 ~ 100
	< 0.075mm (%)	75 ~ 100	70 ~ 100
外 观		无团粒结块	
亲水系数		< 1	

**要点:**矿粉特性应憎水 石灰岩粉属碱性  
粘结性能它最好 粒度范围有限定

## 77. 沥青路面使用酸性石料有什么处理方法?

**答:**酸性石料化学成分中以硅、铝等亲水性矿物为主,与沥青粘结性能差,又易受水的影响而造成沥青膜剥离,如花岗岩、花岗斑岩、石英岩、砂岩、片麻岩、角闪岩等等。

当粗集料为酸性岩用于高速公路、一级公路时宜采用针入度小的沥青。为保证与沥青的粘附性符合规定要求,应采用下列抗剥离措施:

(1)用干燥的磨细消石灰或生石灰、水泥作为填料的一部分,其用量宜为矿料总量的 1% ~ 2%。

(2)采用浓消石灰水冲洗酸性石料。

(3)在沥青中掺用 650 低分子聚酰胺树脂。

(4)在沥青中掺用抗剥落剂。目前在施工中已得到较广泛使用。

**要点:**酸性石料碱处理 一用石灰水冲洗  
也可掺用聚酰胺 抗剥落剂效果好  
经济选用试验定 提高粘结达目标

**78. 沥青路面透层油和粘层油的作用是什么？沥青路面透层和粘层材料的品种和用量有什么要求？**

**答：**透层的作用是使沥青面层与非沥青材料基层结合良好，在基层上浇洒乳化沥青、煤沥青或液体沥青而形成透入基层表面的薄层。透层沥青洒布后应不致流淌、渗入基层一定深度，并不得在表面形成油膜。

粘层的作用是加强路面的沥青层与沥青层之间、沥青层与水泥混凝土路面（桥面铺装、混凝土结构表面）之间的粘结，形成起粘结作用的洒布沥青材料薄层，防止层间滑移。

沥青路面透层及粘层材料品种规格与用量见表 3-5。

表 3-5

用 途		乳化沥青		液体石油沥青		煤 沥 青	
		规格	用量 (L/m <sup>2</sup> )	规格	用量 (L/m <sup>2</sup> )	规格	用量 (L/m <sup>2</sup> )
透 层	粒 料 基 层	PC—2	1.1 ~ 1.6	AL(M) —1 或 2	0.9 ~ 1.2	T—1	1.0 ~ 1.3
		PC—2		AL(S) —1 或 2		T—2	

续上表

用 途		乳化沥青		液体石油沥青		煤 沥 青	
		规格	用量 (L/m <sup>2</sup> )	规格	用量 (L/m <sup>2</sup> )	规格	用量 (L/m <sup>2</sup> )
透 层	半刚性 基 层	PC—2	0.7 ~ 1.1	AL(M)	0.6 ~ 1.0	T—1 T—2	0.7 ~ 1.0
		PC—2		—1 或 2			
		PC—3		AL(S)			
		PC—3		—1 或 2			
粘 层	沥青层	PC—3	0.3 ~ 0.6	AL(R)	0.3 ~ 0.5	T—3	0.3 ~ 0.6
		PC—3		—1 或 2		T—4	
		PC—3		AL(M)			
	水泥 混凝土	PC—3	0.3 ~ 0.5	—1 或 2	0.2 ~ 0.4	T—4	0.3 ~ 0.5
		PC—3		AL(M)		T—5	
		PC—3		—1 或 2			

要点：透层油稀应下渗 基层稍干即浇洒  
 不致流淌无表膜 达到指标质量好  
 粘层油联上下层 不要下渗应成膜  
 上下层间防滑动 把握用量最重要

79. 乳化沥青稀浆封层的作用和矿料级配范围是什么?

答:封层分上封层和下封层,主要作用:稀浆封层的混合料有较好的流动性和渗透性,有利于填充和治愈路面开裂,提高路面的密实性和防水性,使老化路表返新,使路面提高耐磨性和抗滑性能。

乳化沥青稀浆封层的矿料级配及沥青用量见表 3-6。

表 3-6

项 目	筛 孔(mm)		级 配 类 型		
	方孔筛	圆孔筛	ES—1	ES—2	ES—3
通过筛孔的质量百分率 (%)	9.5	10.0		100	100
	4.75	5.0	100	90 ~ 100	70 ~ 90
	2.36	2.5	90 ~ 100	65 ~ 90	45 ~ 70
	1.18	1.2	65 ~ 90	45 ~ 70	28 ~ 50
	0.60	0.60	40 ~ 65	30 ~ 50	19 ~ 34
	0.30	0.30	25 ~ 42	18 ~ 30	12 ~ 25
	0.15	0.15	15 ~ 30	10 ~ 21	7 ~ 18
	0.075	0.075	10 ~ 20	5 ~ 15	5 ~ 15
沥青用量(油石比) (%)			10 ~ 16	7.5 ~ 13.5	6.5 ~ 12

续上表

项 目	筛 孔(mm)		级 配 类 型		
	方孔筛	圆孔筛	ES—1	ES—2	ES—3
适宜的稀浆封层平均厚度 (mm)			2~3	3~5	4~6
稀浆混合料用量 (kg/m <sup>2</sup> )			3~5.5	5.5~8	>8

注:①乳化沥青用量系指水分蒸发后的沥青数量;

②ES—3型级配适用于高速公路和一级公路表层抗滑处理的磨耗层。

在沥青面层上铺筑的封层叫上封层,在符合下列情况之一时采用:

- (1)沥青面层的空隙较大,透水严重;
- (2)有裂缝或已修补的旧沥青路面;
- (3)需加铺磨耗层改善抗滑性能的旧沥青路面;
- (4)需铺筑磨耗层或保护层的新建沥青路面。

在沥青面层下铺筑的封层叫下封层,在符合下列情况之一时采用:

- (1)位于多雨地区且沥青面层空隙较大,渗水严重;
- (2)位于地势低洼,地下水位较高,春秋毛细水现象严重的地区;

(3)在基层铺筑后,不能及时铺筑沥青面层,且须开放交通。

**要点:**稀浆混料流渗好 利于填充路面缝  
密实路面防透水 坚实耐磨抗滑好

**80. 沥青混合料配比设计分几个阶段? 每个阶段的主要目的是什么?**

**答:**一般分三个阶段完成:

- (1)目标配合比设计阶段;
- (2)生产配合比设计阶段;
- (3)生产配合比验证阶段。

**1)目标配合比设计阶段的主要目的**

通过目标配合比设计阶段,决定用于工程的各种材料品质鉴定和用量比例,配制成符合规范规定要求的矿料级配。通过马歇尔试验,检测配制的沥青混合料各项技术性能,确定最佳沥青用量,作为目标配合比,用以确定各冷料仓的供料比例、进料速度及试拌使用。

**2)生产配合比设计阶段的主要目的**

生产配合比设计阶段,是在目标配合比基础上将各冷料仓中不同规格的材料,通过烘干筒混合后烘干,

并提升到热料仓中用振动筛网分级流入到不同规格的热料称量斗中,然后从热料斗中取样,在室内进行再筛分,按规范要求的矿料级配,确定各热料斗中不同规格的材料比例,供拌和机控制室使用。取目标配合比设计的最佳沥青用量及最佳沥青用量 $\pm 3\%$ 等三个沥青用量进行马歇尔试验,最后确定生产配合比的最佳沥青用量。

### 3)生产配合比验证阶段的主要目的

生产配合比验证阶段,拌和机采用生产配合比进行试拌,铺筑试验段并用拌和的沥青混合料及路上钻取的芯样进行马歇尔试验检验,由此确定生产用的标准配合比。标准配合比应作为生产上控制的依据和质量检验的依据。

**要点:配比设计三阶段 目标生产和验证  
用油适当级配佳 拌和把好第一关**

## 81.热拌沥青混合料马歇尔试验的各项技术指标有哪些?

经配合比设计确定的各类沥青混凝土混合料应符合表 3-7 马歇尔试验技术标准的要求,并有良好的施工性能。



## 沥青混凝土路面施工

表 3-7

试验项目	沥青混合料类型	高速公路、 一级公路	其他 等级公路	行人道路
击实次数 (次)	沥青混凝土	两面各 75	两面各 35	两面各 35
	沥青碎石, 抗滑表层	两面各 50	两面各 35	两面各 35
稳定度 (kN)	I 型沥青混凝土	> 7.5	> 5.0	> 3.0
	II 型沥青混凝土 抗滑表层	> 5.0	> 4.0	—
空隙率 (%)	I 型沥青混凝土	3 ~ 6	3 ~ 6	2 ~ 5
	II 型沥青混凝土 抗滑表层	4 ~ 10	4 ~ 10	—
	沥青碎石	> 10	> 10	—
沥青饱和度 (%)	I 型沥青混凝土	70 ~ 85	70 ~ 85	75 ~ 90
	II 型沥青混凝土 抗滑表层	60 ~ 75	60 ~ 75	—
	沥青碎石	40 ~ 60	40 ~ 60	—
流 值 (0.1mm)	I 型沥青混凝土	20 ~ 40	20 ~ 45	20 ~ 50
	II 型沥青混凝土 抗滑表层	20 ~ 40	20 ~ 45	—

续上表

试验项目	沥青混合料类型	高速公路、 一级公路	其他 等级公路	行人道路
残留稳定 度(%)	I型沥青混凝土	> 75	> 75	> 75
	II型沥青混凝土 抗滑表层	> 70	> 70	—

注:①粗粒式沥青混凝土稳定度可降低 1kN。

②I型细粒式及砂粒式沥青混凝土的空隙率为 2% ~ 6%。

③当沥青碎石混合料试件在 60℃水浴中浸泡发生松散时,可不进行马歇尔试验,但应测定密度、空隙率、沥青饱和度等。

④沥青混合料的矿料间隙率(VMA)应符合表 3-8 的要求。

表 3-8

集料最大	方孔筛	37.5	31.5	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75
粒径(mm)	圆孔筛	50	35/40	30	25	20	15	10	5
VMA 不小于(%)		12	12.5	13	14	14.5	15	16	18

**要点:技术指标要掌握 积累经验易调整**

**工序熟练便操作 试验数据要准确**

**82. 热拌沥青混合料马歇尔试验的试件击实成型应注意哪些问题?**

**答:**(1)均匀称取每个试件的混合料用量,料盘应

预热,制作过程中,料与盘应在烘箱中保温待用。

(2)试模与套筒要预热,按规程规定的方法将混合料入模。

(3)温度计检查试模中混合料中心温度,待温度符合要求的压实温度后,方可在击实台上进行击实。

(4)击实要保证击实锤质量、自由落下高度,锤击次数符合要求。

(5)试件击实一面后,用同样的方法和次数击实另一面。

(6)击实完成后,应立即测算试件高度,如高度不符合要求时,试件应作废,并按下式进行调整:

调整后混合料质量 = (要求试件高度 × 原混合料质量) / 所得试件的高度

试件的混合料质量,以保证高度符合  $63.5 \pm 1.3\text{mm}$ (标准试件)或  $93.5 \pm 1.3\text{mm}$ (大型试件)的要求。

(7)试件连同试模横向放置冷却至室温后(不少于12h),用脱模机脱出试件,放置于干燥洁净的平面上,供试验用。

**要点:** 试件尺寸严掌握    锤落高度应准确  
用料数量须验证    击实温度要符合

**83. 马歇尔试件标养温度与时间及从标养到试验的瞬间有什么要求?**

**答:**标准马歇尔试验试件标养温度,对粘稠石油沥青为  $60 \pm 1^\circ\text{C}$ ,对煤沥青混合料为  $33.8 \pm 1^\circ\text{C}$ ,对空气养生的乳化沥青或液体沥青混合料为  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 。试件应在规定温度的恒温水槽中保温  $30 \sim 40\text{min}$ ,试件应垫起,距容器底部距离不小于  $5\text{cm}$ 。从恒温水槽中取出试件到测出最大荷载值的时间不应超过  $30\text{min}$ 。

浸水马歇尔试件在规定温度恒温水槽中保温时间为  $48\text{h}$ ,其余同 82 条。

**要点:**试件养护严控温 时间控制不超限  
试验快捷操作准 指导施工是关键

**84. 高速公路和一级公路对沥青路面中、上面层的动稳定度有什么要求?**

**答:**对上面层和中面层的沥青混凝土混合料进行配合比设计时,应用车辙试验机对抗车辙能力进行检验。在温度  $60^\circ\text{C}$ 、轮压  $0.7\text{MPa}$  条件下进行车辙试验的动稳定度,高速公路应不小于  $800$  次/ $\text{mm}$ ;一级公路应不小于  $600$  次/ $\text{mm}$ 。

在高温季节,由于混合料的高温稳定性较差,强度和劲度大幅度下降,在大量重车反复作用下,轮迹带逐渐变形下凹,形成车辙,并发展为车槽,直至破坏。使用温度稳定性好的沥青是提高沥青混凝土温度稳定性和抗剪强度的重要措施。在规定沥青标号范围内使用较稠的沥青可提高沥青混凝土的抗变形能力。

**要点:** 配比设计考虑到 高温性能才可靠  
八百六十六次数起 抵抗车辙性能好

**85. 有了马歇尔试验各项技术指标,如何选择我国寒区、温区和热区的最佳沥青用量比?**

**答:**根据测定的马歇尔稳定度及流值等物理力学性质,以沥青用量为横坐标,以测得的各项技术指标为纵坐标,分别将试验结果点入图中,并连成圆滑曲线。从中求取相应于密度最大值的沥青用量  $a_1$ ,相应于稳定度最大值的沥青用量  $a_2$ ,及相应于规定空隙率范围内平均中值的沥青用量  $a_3$ ,取三者的平均值作为最佳沥青用量的初始值  $OAC_1$ 。

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3)1/3$$

同时求取检测的各项技术指标均符合沥青混合料标准要求的沥青用量范围最大值和最小值 ( $OAC_{max}$ —

$OAC_{min}$ ),取其中值为  $OAC_2$ 。

按最佳沥青用量初始值  $OAC_1$ ,从图中求取相应的各项指标值。

(1)各项指标值均符合规范规定的马歇尔设计配合比技术标准时,由  $OAC_1$  及  $OAC_2$  综合决定最佳沥青用量  $OAC$  为温区最佳沥青用量:

$$OAC = (OAC_1 + OAC_2)/2$$

对于热区公路,可在  $OAC_2$  中值与  $OAC_{min}$  最小值范围内决定,但不宜小于中值  $OAC_2$  的 0.5%。

对于寒区公路,可在  $OAC_2$  中值与  $OAC_{max}$  最大值范围内决定,但不宜大于中值  $OAC_2$  的 0.3%。

(2)各项指标值不符合规定时,应调整级配,重新进行配合比设计,直至各项指标均符合要求为止,再决定最佳沥青用量。

**要点:**用油选择算中值 温区油量  $OAC$

热区油量中值少 寒区油量大中值

86. 如何选择热拌沥青混合料的拌和设备? 如何控制净拌时间?

答:热拌沥青混合料可采用间歇式拌和机或连续式拌和机拌制。各类拌和机均应有防止矿粉飞扬散失

的密封性能及除尘设备,并有检测拌和温度的装置。连续式拌和机应具备根据材料含水量变化调整矿料上料比例、上料速度、沥青用量的装置。高速公路和一级公路的沥青混凝土宜采用间歇式拌和机拌和。当集料从多处供料或料源或质量不稳定时,不宜采用连续式拌和机,每小时沥青混合料产量宜不低于下式的计算值:

$$t/h = (400 \sim 500) \times b \times h$$

式中:  $t/h$ ——选择拌和机每小时产量, t;

$b$ ——路面一次性摊铺宽度, m;

$h$ ——摊铺机摊铺厚度, m;

沥青混合料拌和时间应以混合料拌和均匀,所有矿料颗粒全部裹覆沥青结合料为度,并经试拌确定。间歇式拌和机每锅拌和时间以 30 ~ 50s 为宜(其中干拌不得少于 5s),使用粘稠度大的改性沥青可适当延长拌和时间,但应防止拌和时间过长,沥青提前老化。

连续式拌和机的拌和时间由上料速度及拌和温度调节。

**要点:**拌和设备宜先进 功能齐全又协调

拌和时间掌握好 温度适宜拌料匀

## 87. 热拌沥青混合料有哪些种类?

答:热拌沥青混合料的种类应按表 3-9 选用,其规格以方孔筛为准,集料最大粒径不宜超过 31.5mm。当采用圆孔筛作为过渡时,集料最大粒径不宜超过 40mm。

表 3-9

混合料 类 型	方 孔 筛 系 列			对应的圆孔筛系列		
	沥 青 混凝土	沥 青 碎 石	最大集料 粒径(mm)	沥 青 混凝土	沥 青 碎 石	最大集料 粒径(mm)
特粗式		AM—40	37.5		LS—50	50
粗粒式	AC—30	AM—30	31.5	LH—40	LS—40	40
				或 LH—35	LS—35	35
	AC—25	AM—25	26.5	LH—30	LS—30	30
中粒式	AC—20	AM—20	19.0	LH—25	LS—25	25
	AC—16	AM—16	16.0	LH—20	LS—20	20
细粒式	AC—13	AM—13	13.2	LH—15	LS—15	15
	AC—10	AM—10	9.5	LH—10	LS—10	10
砂粒式	AC—5	AM—5	4.75	LH—5	LS—5	5
抗滑 表层	AK—13	—	13.2	LK—15	—	15
	AK—16	—	16.0	LH—20	—	20



要点:分类规格要牢记 各项指标有联系  
最大粒径严把关 圆孔方孔要对应

88. 石油沥青加热温度和沥青混合料拌和温度有什么规定?

答:沥青加热温度及沥青混合料施工温度应符合表 3-10 的规定,并根据沥青品种、标号、粘度、气候条件及铺筑层的厚度选用。沥青粘度大、气温低,铺筑层厚度薄的用高限。

表 3-10

沥青种类		石油沥青		
沥青标号		AH—50 AH—70 AH—90 A—60	AH—110 AH—130 A—100 A—140 A—180	A—200
沥青加热温度(℃)		150 ~ 170	140 ~ 160	130 ~ 150
矿料 温度	间歇式(℃)	比沥青加热 温度高 10 ~ 20 (填料不加热)	150 ~ 170	140 ~ 160
	连续式(℃)	比沥青加热 温度高 5 ~ 10 (填料不加热)	145 ~ 165	135 ~ 155

续上表

沥青种类	石 油 沥 青		
混合料出盘温度(℃)	140 ~ 165	125 ~ 160	120 ~ 150
混合料贮料仓 贮存温度	贮料过程中温度降低不超过 10℃		

**要点:**加热温度各不同 表中规定严掌握  
合理应用及时调 过高过低均不行

### 89. 拌和沥青混合料的外观质量有什么要求?

**答:**保证沥青能均匀地裹覆在矿料颗粒表面,沥青混合料颜色均匀一致,粗细集料不离析,无花白料现象,无结团成块或严重的粗细料分离现象。不符合要求时不得使用,并应及时调整。

**要点:**加热温度严控制 备料计量要准确  
混合均匀无花白 色泽光亮不离析

### 90. 热拌沥青混合料防粘保温措施有哪些?

**答:**沥青混合料应用自卸汽车运到工地。车厢内应清洗干净,防止污染沥青混合料,车箱底板及围壁在

装料前涂一层隔离剂,常用柴油:水 = 1:3 喷刷,但不应有游离油水渍存在底部。从拌和机向运料车上放料时,应每卸一斗混合料挪动一次汽车位置,以减少粗细集料的离析现象。当沥青混合料卸完后,仍有粘结在车箱内的混合料剩余物,应在指定的地点倾倒。

运输车辆上应有覆盖设施,用以保温、防雨、防污染,以保混合料质量。当在夏季运输时间短于 0.5h 时,也可不加覆盖。混合料运输到摊铺机前的温度不得低于规定值。

**要点:**柴油加水一比三    雾喷车箱防料粘  
汽车装料需挪动    避免拌料离析现  
运料出站加覆盖    保温防雨无污染

**91. 沥青混合料运到工地的温度控制和卸料中的要求是什么?**

**答:**装满沥青混合料的自卸汽车,应不间断地将沥青混合料送到现场,等候摊铺。沥青混合料运到摊铺现场时的温度应不低于  $120 \sim 150^{\circ}\text{C}$  (沥青为石油沥青)。

卸车时在后轴轮胎与摊铺机接触前  $10 \sim 30\text{cm}$  处停车,空档等候摊铺机推动前进,严禁撞击摊铺机。

**要点:**施工温度影响大 严格控制按规定  
卸料方法要遵循 操作熟练不出错

**92. 摊铺热拌沥青混合料面层时对下层有什么要求?**

**答:**在铺筑沥青混合料前,基层应具有要求的宽度、厚度、密实度、纵坡、横坡,特别应注意基层表面平整度,否则不得摊铺。沥青混凝土面层必须与基层牢固粘结,它是面层处于良好工作状态的条件之一。应将基层表面的尘土清除干净,再喷洒粘层沥青,以保证面层与基层间应有的粘结力,否则不准施工。如沥青面层铺筑在已变形的旧沥青混凝土面层上,则除通常的准备工作外(事先校正形变,喷洒沥青粘层),还必须用沥青填塞旧面层上的全部裂缝,并需填满,以减轻裂缝反射。沥青也不能填得过多,以防止进入新铺沥青混凝土面层中。并经监理工程师验收后方可铺筑。

**要点:**路幅规格符规定 下层平坦无松散  
处理合格方可铺 质量关键在于此

**93. 摊铺机就位开始摊铺前应做好哪些调试工作?**

**答:**摊铺机就位后,根据摊铺宽度调整好熨平板的

宽度,按摊铺的松铺系数垫好垫块,沿路面横坡度调整摊铺机,使机上自动找平仪传感器的标尺与横坡度一致,并用拉线进行校准。如在已铺筑的面层接缝处继续摊铺,应先用 3m 直尺检查接缝段部位平整度,若不符合要求,应予切除,进行处理,直至合乎要求为止。按接缝处理规定,端面上涂刷适量粘层油,再将摊铺机就位。熨平板加热到不低于 65℃,摊铺机的螺旋送料器调到合适高度,以防摊铺时离析。一般摊铺厚度小于 6cm 时螺旋送料器距底面的高度为 10cm 左右,当摊铺厚度大于 6cm 时,送料器距底面的高度可为 15cm 左右。调试完毕后,即可开始摊铺。摊铺后,立即检查面层的厚度、坡度、宽度、平整度,以便及时对摊铺机进行调整,达到摊铺的质量要求。

**要点:**切除接茬刷粘油    摊机就位调宽度  
高度坡度均校准    熨平板热六十五  
螺旋送料防离析    调整高度要记住  
六厘米厚高为十    摊铺更厚为十五

**94. 怎样选择走拖杠、滑靴、基准梁和钢丝绳? 拖杠、滑靴、基准梁的适宜长度如何确定?**

**答:**表面层和中面层应采用拖杠、滑靴、基准梁。

最小长度应不低于 6m,以 7~10m 为宜。

为保证路面标高,底面层用走钢丝来控制结构层的高程。钢丝绳支架桩应牢固可靠,间距多为 5~10m,钢丝绳直径以 2~2.5mm 为宜,拉线长度 250~300m,钢丝绳的紧线器拉力应为 150~200kg。前后两根钢丝绳搭接 10~20m,在摊铺机传感器尚未行驶过搭接段时,上一根钢丝绳的全部支架桩和钢丝绳不准有任何松动和拆除。

**要点:**控制高程走钢线    支距十米桩牢固  
拉线长度三百米    绳径二点五毫米  
中表面层走拖杠    保证厚度平整度  
拖杠滑靴基准梁    七米长度应满足

**95. 热拌沥青混合料摊铺机的熨平板为什么要加温? 对摊铺机有哪些要求?**

**答:**摊铺机多为自动式,安装有活动可调的熨平板或整平组件。为保证摊铺熨平质量,应充分发挥熨平板的自振压实效果。摊铺机在操作前应预先把熨平板加热至不低于 65℃,因初铺路段拌和机、运送车辆、摊铺机的盛料斗、送料刮板、螺旋送料器等都是冷的。如果熨平板加热温度过低,铺筑的沥青混合料前十几米

用于铺筑高速公路和一级公路热拌沥青混合料的摊铺机应符合以下要求：

- 要点:**热熨平板保料温 自振熨平效果好  
摊铺机械性能全 路面质量可确保

**答:**选择沥青混合料摊铺温度,要考虑沥青品种及标号,石油沥青混合料在正常施工情况下温度应控制在 $120\sim 150^{\circ}\text{C}$ 内,最高不超过 $165^{\circ}\text{C}$ 。低温施工时温度应控制在 $130\sim 160^{\circ}\text{C}$ 内,最高不超过 $175^{\circ}\text{C}$ 。如果摊铺温度过低,粘附在摊铺机熨平板及横梁上的沥青混合料会把摊铺的混合料表面拉搓出微小的横向裂

纹,影响路面质量。

因此,施工温度是热拌热铺沥青混合料施工的重要参数,当高速公路和一级公路施工气温低于  $10^{\circ}\text{C}$ ,其他公路施工气温低于  $5^{\circ}\text{C}$  时,不宜摊铺热拌沥青混合料。

当必须摊铺时,应采取以下措施:

(1)提高混合料拌和温度,使其符合表 3-11 中低温施工时的温度要求。

(2)运料车必须覆盖保温。

(3)采用高密实度的摊铺机,熨平板应加热。

(4)摊铺后紧接碾压,缩短碾压长度。

表 3-11

沥青种类		石油沥青( $^{\circ}\text{C}$ )	
运到现场时的温度		不低于 120 ~ 150	
摊铺 温度	正常施工	不低于 110 ~ 130	不超过 165
	低温施工	不低于 120 ~ 140	不超过 175
碾压 温度	正常施工	110 ~ 140	不低于 110
	低温施工	120 ~ 150	不低于 110
复压 温度	正常施工	75 ~ 95	不低于 70
	低温施工	80 ~ 100	不低于 70



续上表

沥青种类		石油沥青(℃)
碾压 终了 温度	轮胎压路机	不低于 80
	钢轮压路机	不低于 70
	振动压路机	不低于 65
开放交通温度		路面冷却后

**要点:**摊铺温度一百五 下限不下一百二

低温摊铺一百六 下限控制一百三

97. 不同种类热拌沥青混合料的松铺厚度与松铺系数是如何确定的?

**答:**沥青混合料的松铺系数和松铺厚度,必须是从摊铺试压实际施工中测得。因沥青混合料类型不同,施工机械的性能不同,施工工艺不同,松铺系数和松铺厚度不会相同。因此,必须在每天开铺后的 5 ~ 15m 范围内。进行虚铺厚度的测试,以利路面摊铺厚度和横坡度得到准确控制。每次测试应不少于两个横断面,每个断面上不少于三个点。具体测试方法:在摊铺前,首先应在相同横断面的不同点处进行水平测量,得高程为 A 值,待沥青混合料摊铺后,再在相同断面的

同一位置处进行水平测量,得高程为  $B$  值;随后待碾压成形后,再在相同断面相同点处进行水平测量,得高程为  $C$  值;通过测得数据,可按下式计算松铺厚度值  $H$ :

$$H = [(B - A)/(C - A)] \times h$$

式中:  $h$ ——为沥青混合料设计要求厚度,  $\text{cm}$ 。

在摊铺过程中,应随时检查摊铺的松铺厚度  $H$  值及路拱、横坡等,并用使用的混合料总量与面积校验平均厚度,如不符合要求时,应根据铺筑情况及时进行调整。也可按表 3-12 选用松铺系数。

表 3-12

种 类	机 械 摊 铺	人 工 摊 铺
沥青混凝土混合料	1.15 ~ 1.35	1.25 ~ 1.50
沥青碎石混合料	1.15 ~ 1.30	1.20 ~ 1.45

**要点:施工条件不一样 松铺系数也不同**

**试铺测定为标准 准确控制不含糊**

### 98. 如何控制摊铺机速度?

**答:**沥青混合料必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺。摊铺过程中不得随意变换速度或中途停顿。摊铺

速度应根据拌和机产量、施工机械配套情况及摊铺层厚度、宽度按下式确定,并应符合  $2 \sim 6\text{m}/\text{min}$  的要求。当计算的  $v$  小于  $2\text{m}/\text{min}$  时,应增加拌和能力。

$$v = \{ [100Qn] \div [60bhr] \} \times C$$

式中:  $v$ ——摊铺机应控制的行进速度,  $\text{m}/\text{min}$ ;

$Q$ ——拌和机产量,  $\text{t}/\text{h}$ ;

$n$ ——拌和机台数, 台;

$b$ ——摊铺宽度,  $\text{m}$ ;

$h$ ——摊铺层压实成形后的平均厚度,  $\text{cm}$ ;

$r$ ——压实成形后沥青混合料的密度,  $\text{t}/\text{m}^3$ ;

$C$ ——效率系数,根据材料供应、运输能力等配套情况确定,宜为  $0.6 \sim 0.8$ 。

在摊铺过程中,摊铺机螺旋送料器应不停顿地转动,两侧应保持不少于送料器高度  $2/3$  的混合料,并保证在摊铺机全宽度断面上不发生离析。熨平板在按所需厚度固定后,不得随意调整。摊铺机中途停机后,沥青混合料温度下降,如再起步,摊铺层易起波浪,严重影响路面平整度。

**要点:** 摊铺速度宜缓慢    连续铺筑匀速行  
铺筑速度拌量定    料等摊铺路面平

### 99. 两台摊铺机如何进行梯队作业联合摊铺?

答:当采用两台摊铺机梯队作业施工时,两机前后间距宜为 10 ~ 30m,且不致前面摊铺的混合料冷却。纵缝采用热接缝,为保证纵向接缝质量不留缝痕,应将先铺沥青混合料预留 10 ~ 20cm 先不碾压,作为后摊铺沥青混合料的基准面用。后面摊铺机的熨平板应与先铺未碾压的部分至少重叠 5 ~ 10cm 左右进行摊铺,最后跨缝碾压。

**要点:**梯队摊铺二十米 预留不压当基准

后铺重叠十厘米 跨缝压实消痕迹

100. 摊铺机在等料过程中盛料斗内混合料结硬如何处理? 为什么施工人员在熨平板上站立和通行?

答:因故障停机后,应将摊铺机料斗内已结硬的沥青混合料清除干净,方能再倒入新拌沥青混合料进行摊铺。

摊铺机的熨平板上施工人员不得站立和通行,是为了安全和防止浮动熨平板下沉。

**要点:**摊机故障料结块 清除冷料要及时

避免熨平板增重 不能站人和通行



不少于 4~6 遍。

在复压过程中,跟随 3m 直尺连续检测碾压平整度,当发现摊铺和碾压过程中造成的凸埂时,应及时采用振动压路机顺埂振压消除之。

终压 宜采用 6~14t 振动压路机静压(或 6~8t 双轮钢筒式压路机)2~3 遍。

压路机应从外侧向中心碾压,相邻碾压带应重叠  $1/3 \sim 1/2$  轮宽,最后碾压路中心部分,压完全幅为 1 遍。

除上述压实机械外,还需配备 1~2t 手扶式小型振动压路机以及人工用热夯等,以便边角及狭窄路段的处理。

复压应紧接在初压完成后进行,终压应紧接在复压后进行。压路机起动、停止必须减速缓慢进行。

要点:初压紧跟摊铺机	控制原则不裂移
前端静压阶梯状	斜压灭阶保平整
复压紧随初压后	轮胎振动齐上阵
控好压速和遍数	直尺检查压平整
终压采用静力压	压温高限质量好
两遍静压灭轮迹	平整密度第一名

102. 如何确定压路机的碾压速度? 碾压应遵循的基本规则有哪些?

表 3-13

压路机类型	初压(km/h)		复压(km/h)		终压(km/h)	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢筒式压路机	1.5~2.0	3.0	2.5~3.5	5.0	2.5~3.5	5.0
轮胎式压路机	—	—	3.5~4.5	8.0	4.0~6.0	8.0
振动压路机	1.5~2.0	5.0	3.0~4.0	4.0~5.0	2.0~3.0	5.0
	(振压)	(静压)	(振压)	(振压)	(静压)	(静压)

### 碾压应遵循的基本规则:

(2)压路机驱动轮面向摊铺机(陡坡上碾压除外),以减少波纹和裂痕。

(4)压路机停驶、转移和转向时不得振动,启动与转向要平稳,不允许突然加速、急刹车、中途调头、左右摇摆行进。

(5)压路机应在已压好的沥青料上转向,避免在热料上停机。

(6)压路机停放在已压好的面层上时,要与路线行驶方向成一角度。碾压好但尚未冷却的沥青混合料层面上不得停放任何机械、车辆,不得散落矿料、油料等杂物。

**要点:启动要慢勿急刹 中途调头不可取  
停振回程再启振 避免推移与裂痕**

**103. 当外侧无支撑物时,靠外线预留 30 ~ 40cm 先不碾压的目的是什么?**

**答:**当路缘外侧无支撑物时,为防止边缘处沥青混合料外移和发生纵向微小裂纹,可用耙子将边缘的混合料稍稍耙高,然后将压路机的外侧轮伸出边缘 10cm 以上碾压。也可在外侧边缘处开始初压时,先预留 30 ~ 40cm 宽不进行碾压,待压完第一道后,使压路机大部分重量位于已压实过的混合料面层上,再压 30 ~ 40cm 宽的边缘,以减少向外推移。



**要点:碾压方法有讲究 先外后中要牢记  
边缘预留后碾压 避免面层外推移**

**104. 热拌沥青混合料面层的纵、横接缝处应如何碾压?**

**答:1)面层纵向接缝**

(1)热接缝:热料层与热料层相接。摊铺采用梯队作业的纵缝应为热接缝。纵向热接缝压实方法是:施工时应将先铺的混合料在接缝一边留下 10 ~ 20cm 宽暂不碾压,后铺的混合料在接缝处也留下 10 ~ 20cm 宽暂不碾压,待初压完其他部分后,再对中间剩下的这一混合料带做跨缝碾压。

(2)冷接缝:热料层与冷料层相接。纵向冷接缝压实方法是:按规定处理好接缝,并摊铺好热料后,压路机大部分在已压实路面上行走,碾轮在接缝处跨入新铺层 10 ~ 15cm 进行碾压,然后压实新铺层,再将碾轮伸过接缝跨入已压实的路面 10 ~ 15cm,将接缝压实紧密。

纵缝应顺直,上、下层应错开 15cm 以上,并宜将缝留在车道区画线位置上。

**2)面层横向接缝**

横缝均为热料层与冷料层的冷接缝。碾压方法是:按规定处理好接缝面,摊铺了热料之后,压路机横向布置,且大部分处在已压实路面上,碾轮伸入新铺的热料层 10~20cm 进行横向碾压,碾压带外侧放置垫木供碾轮平缓行驶后退,然后再压一遍向新铺混合料移动 15~20cm,逐渐横移直至碾轮全部进入新铺层为止,再改为纵向碾压。当相邻摊铺层既有横缝又有纵缝时,可先用钢轮压路机沿纵缝碾压一遍,新铺料层宽度 15~20cm,然后再按上述方法做横向碾压,最后按正常方法进行纵向碾压。

横缝(相邻两幅及上、下层间)应错开 1m 以上。高速公路和一级公路的中、下层横缝可采用斜接缝,上层应采用垂直的平接缝。其他等级公路的各层均可采用斜接缝,斜接缝的搭接长度与层厚有关,宜为 0.4~0.8m。接缝处应清扫洁净,涂刷粘层油,并用摊铺料预热。

接缝处碾压应边碾压边用 3m 直尺检查,人工用细料找补,使坡度与平整度符合要求。

**要点:**纵横接缝要错开      纵向热缝后碾压  
冷缝热料压 15(cm)      横向碾压横接缝  
走完轮宽再纵压      边压边测无缝迹

**105. 水泥混凝土桥面的沥青铺装施工碾压应注意什么?**

**答:**沥青铺装碾压宜采用轮胎压路机复压及轻型钢轮压路机终压的方式进行,不得采用有可能损坏桥梁的大型振动压路机或重型钢筒式压路机。立交枢纽的匝道桥沥青铺装碾压应注意上、下坡陡和弯道半径较小的特点,在陡坡上碾压、启动、停止更要平稳,避免突然变速和急刹车。上坡碾压,驱动轮要在后面,背向摊铺机行驶进行碾压。在急弯处碾压应从弯道内侧较低一边开始,尽可能避免在弯道上转向,进行直线碾压。转向要与速度相吻合,慢走慢转,要准备好小型压实机具、人工夯锤、热烙铁等对拐弯死角、加宽部分和雨水井等边缘部分补充压实。

**要点:**桥面铺装要注意 轻压组合才适宜

匝桥坡陡弯道急 碾压方式不统一

拐弯死角边缘多 小型工具准备齐

**106. 热拌沥青混合料路面施工过程中工程质量控制的标准有哪些规定?**

**答:**施工过程中工程质量控制的项目和标准、检查

频度和检查方法见表 3-14。

表 3-14

项 目	检 查 频 率	质量要求或允许偏差 (单点检查)		试 验 方 法
		高速公路和 一级公路	其他等 级公路	
沥青用量 (油石比)	每台拌和机 1~2 次/日	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.5\%$	拌和厂取 样,离心法抽 提
稳定度流值 密度空隙率		符合马歇尔技术标准要求		拌和机取 样成形试验
浸水马歇 尔试验	必要时	符合马歇尔技术标准要求		拌和机取 样成形试验
压 实 度	每 2000 m <sup>2</sup> 检查 1 次,1 次不少于钻 1 个孔	马歇尔试 验 密 度 有 96% 试验段 的钻孔密度 99%	马歇尔试 验 密 度 有 95% 试验段 的钻孔密度 99%	现场钻孔 (或挖坑)用 核子密度仪 随时检查
外 观	随时	表面平整密实,不得有轮 迹、裂缝、推挤、油丁、油包、 离析、花白料现象		目测
接 缝	随时	紧密平整、顺直、无跳车		目测, 用 3m 直尺

# 沥青混凝土路面施工

续上表

项 目		检 查 频 率	质量要求或允许偏差 (单点检查)		试 验 方 法
			高速公路和 一级公路	其他等 级公路	
施 工 温 度	出 厂	不少于1次/车	符合《公路沥青路面施工 技术规范》表 7.2.4 的规定		温度计测量
	摊 铺	不少于1次/车			
	碾 压	随 时			
矿料级配: 与生产设计 标准级配的 差		每台拌和机 1~2次/日	±2%	±2%	拌和厂取 样,用抽提后 的矿料筛分, 应至少检查 0.075mm、 2.36mm、 4.75mm最大 集料粒径及 中间粒径等 5个筛孔,中 间粒径:细、 中粒式为 9.5mm(圆孔 10mm);粗粒 式为13.2mm (圆孔15mm)
方孔筛 圆孔筛 0.075 0.074mm ≤2.36mm ≤2.5mm ≥4.75mm ≥5.0mm			±6%	±7%	
			±7%	±8%	

抗滑表层构造深度根据设计要求决定是否检测。

**要点:**检测内容要明确 频率次数不能少  
勤检勤测控指标 数据准确最重要

**107. 热拌沥青混合料路面施工中外形尺寸的质量控制标准有哪些内容?**

**答:**施工过程中沥青面层的外形尺寸规格属外观检测内容,具体标准详见表 3-15。

表 3-15

项 目	检测频率	质量要求或允许偏差(单点检查)		试 验 方 法
		高速公路和一级公路	其他等级公路	
厚度: 总厚度 上面层	每 2000m <sup>2</sup> 不少于 1 点 每 2000m <sup>2</sup> 不少于 1 点	- 8mm - 4mm	- 8% 或 - 5mm - 4mm	铺筑时随时插入量取,每日用混合料数量与实铺面积校核,成形后钻孔或挖坑检查
平整度: 上面层 中下面层	随时 随时	3mm 5mm	5mm 7mm	3m 直尺在纵横各方向检测

## 沥青混凝土路面施工

(续上表)

续上表

项 目	检测频率	质量要求或允许偏差(单点检查)		试验方法
		高速公路和一级公路	其他等级公路	
宽度 有侧面	设计断面 逐个检查	$\pm 2\text{mm}$	$\pm 20\text{mm}$	用尺量
无侧面	设计断面 逐个检查	不小于 设计 宽度	不小于 设计 宽度	用尺量
纵断面高程	设计断面 逐个检查	$\pm 15\text{mm}$	$\pm 20\text{mm}$	用水准仪检测
横坡度	设计断面 逐个检查	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.5\%$	用横断面仪或水准 仪检测

注:①表中厚度检测频率指成形后钻孔或挖坑频度。

②其他等级公路的厚度控制,当设计厚度  $> 60\text{mm}$  时,以厚度的百分率控制;  $\leq 60\text{mm}$  时,以绝对值控制。

**要点:外观检测随时做 符合标准不返工**  
**平整顺直要美观 精心操作出精品**

## 108. SAC 多碎石沥青路面施工的控制要点是什么?

答:多碎石路面是一种具有表面粗糙、耐磨、密实不透水的表面层结构。这种路面对施工工艺和材料的要求较高,任一环节控制不好就会失去上述功能,导致路面过早破坏。因此,施工时应特别注意控制好以下几个方面:

(1)石料。特别是粗集料应具有耐磨性好,抗压强度高,与沥青之间的粘结力强和针片状颗粒含量少等特点,且绝大多数的集料应为立方形。

(2)组成设计。应满足粗集料足以形成骨架嵌挤的作用,细集料只起填塞密实作用,不撑开骨架为好,其设计空隙率控制在 3% ~ 4% 为宜,成形的最终空隙率小于 7%。

(3)拌和时严格控制各种材料的数量与加热温度。油温在 155 ~ 165℃ 之间,料温应在 170 ~ 180℃ 范围,出料温度宜为 160 ~ 165℃,净拌时间在 30 ~ 40s,不应少于 30s。

(4)摊铺温度不低于 150℃,不超过 165℃。摊铺机熨平板预热温度不低于 80℃。调整好螺旋喂料轮



高度和在混合料中的埋设深度,一般情况下螺旋边缘距地 10~12cm,连续摊铺时,摊铺机集料斗应始终保持一定数量的混合料,避免摊铺时混合料产生离析。

(5)碾压宜早勿晚。初压温度不低于 140℃,终压温度不低于 80℃,抓紧高温时碾压,要保证压实度达到 98%。

**要点:**材料须保证 配比要求高  
温度控制好 压实方能保

**109. 什么叫改性沥青? 有哪些种类的改性剂及主要代表品种? 改性沥青的应用对路用特性有什么改善?**

**答:**改性沥青是基质沥青与一种或数种改性剂通过适宜的加工工艺形成的混合物。改性剂是天然或人工合成的有机或无机材料,可熔融或分散在沥青中,以改善或提高沥青的路用性能。

改性剂的种类及主要代表品种见表 3-16。

表 3-16

种 类	主 要 代 表 品 种
热塑性橡胶类	苯乙烯—丁二烯—苯乙烯嵌段共聚物(SBS)

续上表

种 类	主要代表品种
橡胶类	丁苯橡胶(SBR)及其乳液
热塑性树脂类	乙烯—醋酸乙烯共聚物(EVA) 低密度聚乙烯(LDPE) 聚烯烃

改性沥青的应用可以使路面提高抗永久变形能力;提高抗低温开裂和抗疲劳开裂性能;提高抗水损害能力,延长使用寿命。

**要点:基质沥青经改性 路用性能有改进**

**110. 改性沥青与基质沥青的技术标准有哪些不同?**

**答:**改性沥青的针入度分级标准与基质沥青分级标准不同,同时改性沥青有针入度指数 PI 的指标要求;延度要求基质沥青是 15℃ 常温延度,而改性沥青是 5℃ 低温延度,同时增加有 135℃ 的运动粘度(Pa·s)要求,以及离析软化点差,25℃ 弹性恢复百分率,针入度比,质量损失等标准要求。以此来反映路用性能的改善。

**要点:改性与基质 标准有不同**

掌握控制好 施工要服从

111. 改性沥青混合料的技术标准与基质沥青混合料相比有哪些不同?

答:(1)马歇尔试验温度应提高  $10 \sim 20^{\circ}\text{C}$ ;

(2)混合料的流值要求可放宽为  $2 \sim 5\text{mm}$ ;

(3)高温稳定车辙试验动稳定度根据气候分区划分为:夏炎热区( $> 30^{\circ}\text{C}$ )应不小于  $1500 \sim 3000$  次/ $\text{mm}$ , 夏热区( $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ )应不小于  $1000 \sim 2000$  次/ $\text{mm}$ , 夏凉区( $< 20^{\circ}\text{C}$ )应不小于  $800$  次/ $\text{mm}$ ;

(4)低温抗裂性(弯曲试验破坏应变)应根据气候分区划分:冬严寒区( $-37^{\circ}\text{C}$ 以下) $3000 \sim 3500\mu$ , 冬寒区( $-21.5 \sim -37^{\circ}\text{C}$ )为  $2500 \sim 3500\mu$ , 冬冷区( $-9.0 \sim -21.5^{\circ}\text{C}$ )为  $2000 \sim 2500\mu$ , 冬温区( $-9.0^{\circ}\text{C}$ 以上) $1500 \sim 2000\mu$ ;

(5)浸水马歇尔稳定度试验,残留稳定度应不小于  $80\%$ ;

(6)沥青混合料冻融劈裂试验,劈裂强度比应不小于  $80\%$ 。

要点:试验标准各不同 有关指标较特殊  
根据气候区划分 掌握还须下功夫

## 112. 改性沥青混合料施工时重点应控制些什么?

答:施工时重点应控制:

(1) 改性沥青应按规定的技术要求进行生产,宜随配随用,对购置的成品改性沥青在使用前应按技术要求进行质量检验,确认已经发生离析的改性沥青不得使用,不符合要求的不得使用。

(2) 拌制的改性沥青混合料宜随拌随用,若需短时间贮存时,时间不得超过 24h,贮存期间温降不应超过  $10^{\circ}\text{C}$ ,且不得发生结合料老化、滴漏以及粗细集料颗粒离析。

(3) 施工时宜通过改性沥青的粘温关系确定改性沥青混合料路面的施工温度,通常宜在规范规定的普通沥青混合料施工温度的基础上提高  $10 \sim 20^{\circ}\text{C}$ ,特殊情况由试验确定。通常情况下,矿料加热温度宜为  $190 \sim 200^{\circ}\text{C}$ ,沥青加热温度应为  $130 \sim 140^{\circ}\text{C}$ ,混合料出盘温度必须控制在  $175 \sim 185^{\circ}\text{C}$ ,摊铺温度控制在  $160 \sim 175^{\circ}\text{C}$ ,保证初压温度在  $150^{\circ}\text{C}$  以上,复压温度  $120 \sim 140^{\circ}\text{C}$ 。在低温条件下进行碾压施工时,应在混合料温度降到  $120^{\circ}\text{C}$  前结束碾压作业。

(4) 对 SMA 及 OGFC 混合料不得采用轮胎压路机碾

压。

**要点:改性沥青混合料 防止离析很重要  
注意温控与碾压 路面施工质量好**

### 113. SMA 沥青玛蹄脂混合料有哪些主要特性?

**答:**(1)SMA 掺有木质纤维,掺量一般占混合料总质量的 0.3%(一般每克木质素纤维可吸收沥青 5.8g 左右)。

(2)矿粉用量多达 8%~12%,沥青用量最小 6%。

(3)4.75mm 以上粗集料 75%左右,2.36mm 以下细集料含量为 20%。

(4)马歇尔试验混合料空隙率要求 3%~4%;

(5)马歇尔试验击实标准:双面击实各 50 次;稳定度  $\geq 6200\text{N}$ ;流值(0.1mm)20~40。

(6)必须做析漏和水敏感性试验,析漏最大 0.3% (1h 读数)。

**要点:特性掌握好 配比质量高**

### 114. SMA 沥青玛蹄脂混合料设计方法中的基本步骤是什么?

**答:**(1)按 SMA 对材料的要求选择和确定材料。

(2)按 SMA 对矿料级配的要求,沥青最小用量及各项技术指标进行马歇尔试验,确定最佳矿料级配和最佳沥青用量。

(3)做“沥青混合料谢伦堡沥青析漏试验”和“沥青混合料肯塔堡飞散试验”,检验结合料用量,以便调整用量或重新进行配合比设计。

(4)进行试验确定混合料的水稳定性是否符合指标要求,达不到要求时应确定抗剥落措施。

**要点:**按照规定选材料 技术参数达指标  
沥青析漏来检验 不符合要求重新调  
是否需要抗剥落 水稳试验才知道

### 115. SMA 施工控制要点是什么?

**答:**SMA 是一种表面粗糙、密实不透水、投资大、使用年限长、施工要求高的路面结构。因此在施工过程中应严格控制以下重点:

(1)粗集料宜使用耐磨性好、强度高、针片状颗粒少、表面粗糙、有棱角的岩石。细集料宜采用玄武岩一类的机制砂,以及石灰岩加工的矿粉,还要采用纤维素做稳定剂。

(2)配合比设计中,应采用最佳的矿料级配来确定

沥青用量。粗集料之间的空隙不能填充过满,空隙率控制在4%左右。

(3) SMA路面的施工温度应比普通沥青混凝土混合料提高 $10 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 。SMA混合料,沥青加热温度为 $150 \sim 160^{\circ}\text{C}$ ,集料加热温度为 $185 \sim 195^{\circ}\text{C}$ ,出料温度为 $160 \sim 170^{\circ}\text{C}$ ,超过 $195^{\circ}\text{C}$ 时应废弃。摊铺温度不低于 $150^{\circ}\text{C}$ ,初压温度不低于 $140^{\circ}\text{C}$ ,复压温度不低于 $120^{\circ}\text{C}$ ,终压温度不低于 $110^{\circ}\text{C}$ ,开放交通温度不高于 $50^{\circ}\text{C}$ 。

(4)拌和时,由于矿粉和纤维等冷料用量大,应将粗、细集料加热到 $200^{\circ}\text{C}$ 左右,否则出料温度满足不了要求。混合料应边拌边用,贮存不应超过24h。

为提高拌和机的效率,应解决粗集料单一、量大,细集料少,以及矿粉用量大等问题给拌和带来的困难。施工前要对设备和料仓等进行改造,使粗集料待料、细集料溢仓等不正常现象得到改善。

细集料用量少,会使量少的冷料仓仓门开启困难,流量难以控制,因此,必须使细集料保持干燥状态。

因矿粉用量比普通沥青混凝土多2倍,一个螺旋升降器不能满足要求,应增加一个或用人工添加,保证矿粉剂量加足。

解决好纤维添加装置,保证纤维添加足量,拌和均匀。

(5) SMA 的运输与摊铺:

①运输时车箱应涂刷油水混合物防粘剂,装料后覆盖、保温。配足运料车,保证摊铺机前有 3 辆车等待。

②摊铺应缓慢、均匀,连续不间断,中途不变速,不停顿,保证拌和料的充足供应,做到拌和与摊铺能力相匹配。

(6) SMA 碾压成形:

①混合料摊铺后,必须立即用钢轮压路机碾压。

②不允许采用轮胎压路机碾压,以免造成构造深度降低,甚至泛油。

③碾压一定要用压实遍数控制,压够即可,切忌过压。最后一遍用宽钢轮终压。

④碾压紧跟摊铺机进行,慢速、高频率、低振幅。

**要点:**材料级配要重视    配比设计控制好  
设备改进提效率    温度控制很重要  
摊铺碾压按规定    路面质量才能高



## 四、水泥混凝土路面施工

SHUINIHUNNINGTULUMLANSIICONG

### 相关链接：

《公路工程水泥混凝土试验规程》(JTJ 053—94)/交通版.

《水泥混凝土路面施工及验收规范》(GBJ 97—87)/交通版.

《水泥混凝土路面滑模施工技术》/傅智编著/交通版

**116.水泥混凝土路面的基层和垫层有何作用？对基层和垫层有何要求？**

**答：**水泥混凝土路面的基层和垫层主要有三大作用：

(1)有助于控制或减少路基不均匀冻胀或体积变形产生的对混凝土面层的不利影响；

(2)防止唧泥等病害出现；

(3)为面层施工提供稳定而坚实的工作面。

水泥混凝土路面对基层和垫层有四点要求：

(1)要求基层和垫层有足够的刚度。高等级道路、交通越繁重的道路，对基层和垫层的刚度要求越高。以达到限制面板弯沉量，减少或防止路面错台、唧泥病害出现。

(2)基层和垫层应能满足防冻胀的要求，如道路地处季节冰冻区，应能防止和减少路基的不均匀冻胀对路面板的不利影响。

(3)基层和垫层应有能防止产生唧泥所需要的厚度，一般不小于 15cm，如为原旧路面补强层，其厚度一般为 6~8cm。但基层和垫层厚度的确定，以达到设计的强度要求和抗冻最小厚度要求为准。

(4)基层和垫层的宽度应大于路面面层宽度,以便有足够的位置供应侧模,通常情况下一般每侧垫层比基层宽 30cm,基层比路面宽 30cm 以上。如果使用滑模摊铺施工,基层每侧要比路面宽出 65~80cm 或与路基同宽。

在进行水泥路面施工前,应对基层进行严格检查验收,使之符合规定的要求。

**要点:基层垫层作用大 路面施工先检查  
质量不符须处理 满足要求才摊铺**

### 117.水泥混凝土路面对水泥有哪些要求?

**答:**路面使用的水泥应具有抗弯拉强度高、收缩小、抗磨性和耐久性好及弹性模量低等技术要求。因此要求水泥熟料的矿物组成中铝酸三钙( $C_3A$ )含量低和铁铝酸四钙( $C_4AFe$ )含量高。

(1)水泥的化学成分、物理性能等品质宜符合表 4-1 要求。

表 4-1

水泥性能	特重、重交通路面	中、轻交通路面
铝酸三钙	不大于 5%	不宜大于 7%

# 水泥混凝土路面施工

1. 水泥混凝土路面施工

续上表

水泥性能	特重、重交通路面	中、轻交通路面
铁铝酸四钙	不小于 15%	不宜小于 12%
游离氧化钙	不大于 1%	
氧化镁	不得大于 5%	不得大于 6%
三氧化磷	不得大于 3.5%	不得大于 4.0%
碱含量	怀疑有碱活性的集料不得大于 0.6%, 无碱活性的集料不得大于 1%	
混合料种类	不得掺窑灰、煤矸石、火山灰和粘土, 有盐冻要求时, 不得掺生石灰石粉	
烧失量	不得大于 3%	不得大于 5%
细度(80mm)	筛余量不得大于 10%	
初凝时间	不早于 3h	不早于 2.5h
终凝时间	不迟于 10h	
安定性	雷氏夹法或煮沸法检验合格	煮沸法检验合格
28d 干缩率	不得大于 0.09%	不得大于 0.10%
耐久性	不得大于 $3.6\text{kg}/\text{m}^2$	

(2) 适合各级交通的水泥品种、强度等级和抗折强度不小于表 4-2 的规定。

表 4-2

交通等级	水泥抗折强度(MPa)	水泥品种和强度等级	备 注
特重	$\geq 7.5$	硅酸盐水泥 62.5、普通水泥 62.5、道路水泥 52.5	硅酸盐水泥 52.5、普通水泥 52.5、道路水泥 42.5 实测抗折强度达到要求可以使用
重	$\geq 7.0$	硅酸盐水泥 52.5、普通水泥 52.5、道路水泥 42.5	硅酸盐水泥 42.5、道路水泥 42.5 实测抗折强度达到要求亦可用
中等、轻	$\geq 6.5$	硅酸盐水泥 42.5、普通水泥 42.5、矿渣水泥 42.5	所有水泥无论强度等级高低,施工时均应以抗折强度满足要求为准

(3)使用散装水泥时,出厂温度均应限制在  $55^{\circ}\text{C}$  以内,混凝土搅拌时的水泥温度不得高于  $50^{\circ}\text{C}$ ,冬季施工时水泥温度不宜低于  $10^{\circ}\text{C}$ 。

**要点:**水泥特性应分清 选用要随路区分  
散装水泥控温度 保证质量抓根本

### 118. 水泥路面对粗集料有哪些要求?

**答:**为获得密实度、强度高而耐久和耐磨性好的混

## 水泥混凝土路面施工

143

凝土路面,粗集料必须具有一定的强度,耐磨耗,并有足够的坚固性和良好的级配。

(1)粗集料可使用碎石、破碎砾石和砾石,其质地应坚硬、耐久、洁净,岩石抗压强度应高于所配制混凝土强度的 1.3 倍以上。其技术要求见表 4-3。

表 4-3

项 目	技术要求	说 明
碎石压碎值指标(%)	$\leq 15$	无抗(盐)冻要求的三、四级路 $< 20$
卵碎石压碎值指标(%)	$\leq 14$	无抗(盐)冻要求的三、四级路 $< 16$
坚固性(按质量损失计,%)	$< 8$	无抗(盐)冻要求的三、四级路 $< 12$
针片状颗粒含量(%)	$< 15$	无抗(盐)冻要求的三、四的路 $< 20$
含泥量(按质量计,%)	$< 1.0$	无抗(盐)冻要的 二、四级路 $< 1.5$
泥块含量(按质量计,%)	$< 0.5$	无抗(盐)冻要的三、四级路 $< 0.7$
有机物含量(比色法)	合格	无抗(盐)冻要的三、四级路合格
硫化物及硫酸盐 (按 $SO_3$ 质量计,%)	$< 1.0$	无抗(盐)冻要的 三、四级路 $< 1.0$
岩石抗压强度	火成岩应不小于 100MPa;变质岩应不小于 80MPa;水成岩应不小于 60MPa	
表观密度	$> 2500\text{kg/m}^3$	
碱集料反应	经碱集料反应试验后,由卵石、碎石、碎卵石配制的混凝土试件无裂缝断裂、胶体外溢等现象,在规定试验龄期的膨胀率应小于 0.10%	

(2)粗集料的级配应符合表 4-4 规定的范围。基层贫混凝土、路面和桥面混凝土均不得使用不分级的统料,混凝土连续级配最大粒径规定,碎石不大于31.5mm,碎卵石不大于 26.5mm,卵石不大于 19mm,超径含量不大于 5%、逊径含量不大于 10%。0.075mm 的石粉含量不应大于 1%。如果为滑模施工时,砾石最大粒径不大于 16mm,碎石不大于 26.5mm,超径、逊径含量均不大于 5%,小于 0.15mm 以下的颗粒含量不宜大于 1%。

表 4-4

类型	级配	方孔筛尺寸(mm)							
		2.36	4.75	9.5	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
		累计筛余(以质量计,%)							
连续级配	4.75~16	95~100	85~100	40~60	0~10				
	4.75~19	95~100	85~95	60~75	30~45	0~5	0		
	碾压混凝土	95~100	90~100	60~75	30~40	0~5	0		
	4.75~26.5	95~100	90~100	70~90	50~70	25~40	0~5	0	
	4.75~31.5	95~100	90~100	75~90	60~75	40~60	20~35	0~5	0

# 水泥混凝土路面施工

续上表

类型	级配	方孔筛尺寸(mm)							
		2.36	4.75	9.5	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
		累计筛余(以质量计,%)							
单级配	4.75~9.5	95~100	80~100	0~15	0				
	9.5~16		95~100	80~100	0~15	0			
	9.5~17		95~100	85~100	40~60	0~15	0		
	16~26.5		95~100	85~100	55~70	25~40	0~10	0	
	16~31.5		95~100	90~100	85~100	55~70	25~40	0~10	0

(3)抗滑层的混凝土路面层粗集料应使用碎石,不宜使用碎卵石,其性能除符合上述规定外还应符合表4-5的要求。

表 4-5

公路等级	磨光值	磨耗值	压碎值(10%)	冲击值	针片状颗粒含量(%)
高速公路、一级公路	≥40	≤14	≤10	≤28	≤6
其他等级公路	≥35	≤16	≤12	≤30	≤8

**要点:** 坚实耐磨粗集料    满足级配尤重要

滑模施工最严格    择料标准应记牢



### 119. 水泥路面中细集料的作用是什么？对细集料有哪些要求？

答：水泥路面的混凝土对细集料用砂，希望具高的密实度和小的比面，以保证新拌混合料有适当的工作性。同时还要达到节约水泥的目的。

(1) 粒径为 0.16 ~ 5mm 的细集料，可采用河砂、海砂或山砂。砂应满足表 4-6 所列的级配范围的要求。路面和桥面的普通混凝土和钢纤维混凝土使用的天然砂级配宜为 2 区也可使用 3 区偏细粗砂，细度模数宜在 2.0 ~ 3.5 之间，不宜大于 3.5，也不宜小于 2.0。碾压混凝土宜使用 2 区中砂。路面混凝土同一配合比中，用砂的细度模数变化范围不应超过 0.3，否则应调整配比中的砂率。

表 4-6

级配分区	方孔筛尺寸(mm)						
	0.15	0.30	0.60	1.18	2.36	4.75	9.5
	累计筛余(以质量计,%)						
1 区	90 ~ 100	80 ~ 95	71 ~ 85	35 ~ 65	5 ~ 35	0 ~ 10	0
2 区	90 ~ 100	70 ~ 92	41 ~ 70	10 ~ 50	0 ~ 25	0 ~ 10	0
3 区	90 ~ 100	55 ~ 85	16 ~ 40	0 ~ 25	0 ~ 15	0 ~ 10	—

# 水泥混凝土路面施工

12-0001-001

(2)细集料还应满足表 4-7 的技术要求。

表 4-7

项 目	技术要求	说 明
人工砂单粒级最大压碎指标(%)	< 25	三、四级路无抗冻(盐)和贫混凝土 < 30
氯化物氯离子(以质量计,%)	< 0.02	三、四级路无抗冻(盐)和贫混凝土 < 0.06
坚固性(以质量损失计,%)	< 8	三、四级路无抗冻(盐)和贫混凝土 < 10
云母(以质量计,%)	< 2.0	
天然砂含泥量(以质量计,%)	< 2.0	三、四级路无抗冻(盐)和贫混凝土 < 3.0
天然砂泥块含量(以质量计,%)	< 1.0	三、四级路无抗冻(盐)和贫混凝土 < 2.0
人工砂 MB 值 < 1.4 或合格石粉含量(以质量计,%)	< 5.0	三、四级路无抗冻(盐)和贫混凝土 < 7.0
人工砂 MB 值 $\geq 1.4$ 或不合格石粉含量(以质量计,%)	< 3.0	三、四级路无抗冻(盐)和贫混凝土 < 5.0
人工砂泥块含量(以质量计,%)	< 1.0	三、四级路无抗冻(盐)和贫混凝土 < 2.0

续上表

项 目	技术要求	说 明
有机物含量(比色法)	合格	
硫化物及硫酸盐(以 $\text{SO}_3$ 质量计, %)	$< 0.5$	
轻物质(以质量计, %)	$< 1.0$	
人工砂母岩抗压强度	火成岩应不小于 100MPa; 变质岩应不小于 80MPa; 水成岩应不小于 60MPa	
表观密度	$> 2500\text{kg/m}^3$	
碱集料反应	经碱集料反应试验后, 由砂配制试件无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象, 在规定试验龄期的膨胀率应小于 0.10%	

(3) 机制砂除符合表 4-6 和表 4-7 规定的级配要求和技术要求外, 还应满足以下要求:

① 路面和桥面使用的机制砂磨光值 PMV 不宜小于 35。泥岩、卵岩、板岩等水成岩类不宜用来轧制机制砂。

② 高速公路、一级公路中小于 0.075mm 的石粉含量应小于 7%, 泥土含量应小于 2%; 二级以下公路石粉含量小于 10%, 泥土含量小于 3%。

(4) 在缺少砂资源的沿海地区, 二级和二级以下公路素混凝土路面和贫混凝土基层可使用淡(雨)水冲洗

(淋)过的海砂或河口附近的海砂。但在缩缝设有传力杆、钢纤维、钢筋网的混凝土路面、桥面均不得使用海砂。使用淡化海砂除满足级配要求和技术要求外,还应满足以下要求:

①淡化海砂带入混凝土的含盐量小于 $1.0\text{kg}/\text{m}^3$ 。淡化海砂与标准砂对比试验,对强度和凝结时间等无不利影响。

②淡化海砂中的碎贝壳等殊留物含量小于2%,含泥量小于2%。

**要点:**填充密实细集料 技术要求要记牢

选料测试关把好 进料严检不能少

**120. 水泥路面对水、粉煤灰、外加剂、钢筋、钢纤维有哪些要求?**

**答:**(1)水是拌制和养护混凝土不可缺少的材料。水中不应含有影响水泥正常凝结和硬化的有害杂物、油、酸、盐等;硫酸盐含量(以 $\text{SO}_4^{2-}$ 计)小于 $2.7\text{mg}/\text{cm}^3$ ;含盐量不得超过 $5\text{mg}/\text{cm}^3$ ;pH值不得小于4;不得含有油污。

(2)粉煤灰掺加在混凝土中能使混凝土更加密实,工作性能更好。

①公路水泥路面中可掺用粉煤灰,其质量指标应符合表 4-8 规定的 I、II 干排或磨细粉煤灰。

表 4-8

粉煤灰等级	细度(45 $\mu\text{m}$ 气流筛筛余量, %)	烧失量(%)	需水量(%)	SO <sub>3</sub> 含量(%)
I	$\leq 12$	$\leq 5$	$\leq 95$	$\leq 3$
II	$\leq 20$	$\leq 8$	$\leq 105$	$\leq 3$
III	$\leq 45$	$\leq 15$	$\leq 115$	$\leq 3$

注:在没有气流筛的情况下,可用 0.08mm 水泥筛,筛余量约为气流筛筛余量的 2.4 倍。

②水泥路面中使用 I、II 级粉煤灰时,应准确了解水泥中已掺加的混合材料的种类和数量,应使水泥中已有的和混凝土中外掺加的混合料总量不超过 30%。

③粉煤灰进货应有材质检验等级报告,宜采用散装干排或磨细粉煤灰,并用水泥罐仓装储存备用。不得使用湿排或潮湿粉煤灰。

(3)外加剂是高性能混凝土中不可缺少的第五组分材料。主要有减水剂、引气剂、促凝剂、早强剂、防冻剂、缓凝剂等。

①水泥路面混凝土使用的外加剂必须符合表 4-9

# 水泥混凝土路面施工

所列技术指标。

混凝土外加剂产品的技术性能指标 表 4-9

试验项目	普通 减水 剂	高效 减水 剂	早强 减水 剂	缓凝 高效 减水 剂	缓凝 减水 剂	引气 减水 剂	早强 剂	缓凝 剂	引气 剂
减水率(%)	≥8	≥12	≥8	≥12	≥8	≥10	—	—	≥6
泌水率(%)	≤95	≤90	≤95	≤100	≤100	≤70	≤100	≤100	≤70
含气量(%)	≤3.0	≤4.0	≤3.0	<4.5	<5.5	>3.0	—	—	>3.0
凝结时间 (min)	初凝	-90 ~	-90 ~	-90 ~	>+90	>+90	-90 ~	-90 ~	>+90
	终凝	+120	+120	+90	—	—	+120	+90	— +120
抗压强度比 (%)	1d	—	≥140	≥140	—	—	—	≥135	—
	3d	≥115	≥130	≥130	≥125	≥100	≥115	≥130	≥100
	7d	≥115	≥125	≥115	≥125	≥110	≥110	≥110	≥100
	28d	≥110	≥120	≥105	≥120	≥110	≥110	≥100	≥100
28d 收缩率比 (%)	≤135	≤135	≤135	≤135	≤135	≤135	≤135	≤135	≤135
相对耐久性指标 (200)(%)	—	—	—	—	—	≥80	—	—	≥80
对钢筋的锈蚀 作用	应说明对钢筋无锈蚀危害								

注:①除含气量外,表中数据为掺外加剂的混凝土与基准混凝土的差值或比值

②凝结时间指标“-”表示提前,“+”表示延缓。

③相对耐久性指标大于等于80%,表示掺外加剂的混凝土试件冻融循环200次后,动弹性模量保留值大于等于80%。

④本表摘自《公路水泥混凝土路面滑模施工技术规范》(JTJ/T 037.1—2000)。

②应选择使用减水效率较高、坍落度损失较小、损失速度较慢的复合型减水剂。

③如果使用滑模施工时,应使用引气剂,以增大新拌混凝土的粘聚性,改善和易性,防止泌水与离析,提高混凝土的均匀性。

(4)各级水泥混凝土路面(包括桥面)使用的钢筋网、传力筋、角隅钢筋、拉杆钢筋均应符合《钢筋混凝土用焊接钢筋网》(YB/T 076)、《钢筋混凝土用热轧带肋细筋》(GB 1499)、《冷轧带肋钢筋》(GB 13788)和《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB 13013)的技术要求。

另外钢筋还需顺直、不得有裂纹、断伤、刻痕和表面油污与锈蚀。

(5)公路和桥面的钢纤维混凝土中,细纤维宜为铣削型和剪切型钢纤维,也可使用熔抽型钢纤维,不宜使用钢丝切断型钢纤维;可使用外形为波浪形、压痕形、

扭曲形、短形钢纤维。不使用外形为圆形、平直形、月牙形、端钩形及大头形钢纤维。钢纤维外形选择还应满足安全性及与水泥砂浆粘结强度大的要求。另外钢纤维还应满足以下技术要求：

- ①钢纤维抗拉强度不宜小于  $600 \sim 1000\text{MPa}$ ；
- ②要有较好的抗弯折能力；
- ③钢纤维长度宜为  $25\text{mm}$ ，直径或等效直径宜在  $0.3 \sim 1.2\text{mm}$ ，长径比宜在  $50 \sim 70$  范围内。

**要点：材料品质有标准 对照选择最要紧**  
**进场把关严检测 遵守规章质量保**

**121. 水泥路面接缝使用的材料有哪些？施工选用时应注意什么？**

**答：**水泥路面接缝材料按使用性能分为接缝板、橡胶嵌缝条、填缝料和泡沫塑料垫缝条等。

胀缝填缝材料包括胀缝板、胀缝上部的嵌缝材料及其粘结剂。胀缝板有各种木质板、沥青纤维板、泡沫橡胶板、泡沫树脂板及各种纤维复合板材。施工时应选用能适应混凝土面板膨胀收缩、易安装、施工时不变形、弹性复原率高、耐久性良好的材料。嵌缝料是胀缝板上部的密封嵌缝条，由于胀缝伸缩间距较宽和伸缩



量较大,一般多采用预制空心橡胶嵌缝条,以适应较大的伸缩变形。粘结剂是安装预制橡胶嵌缝条的专用材料,起粘结和润滑作用,要求粘度适中,固化前不发粘,有较强的润滑作用,固化速度可调,固化后与橡胶嵌缝条和混凝土壁粘结牢固、低温不脆、不溶于水等。可选用的粘结剂有氯丁胶粘剂、聚氨脂胶粘剂和改性环氧树脂胶粘剂等。

缩缝填缝材料主要有四种类型:

**树脂类** 以硅树脂、聚氨脂、氯偏树脂、环氧树脂等为基材,属技术性能最高档的填缝材料;

**橡胶类** 以氯丁橡胶、沥青橡胶或改性橡胶为基材;

**塑料类** 以聚氯乙烯胶泥、聚乙烯胶泥为代表;

**沥青类** 热沥青、沥青玛蹄脂、乳化沥青和各种改性沥青,属技术性能档次最低的填缝材料。

上述四类填缝材料,前两类适用于高速公路、一级公路水泥混凝土路面填缝,第三类可用于二级公路上,一般沥青类的填缝料不能用于高等级公路中,只能在三、四级公路水泥混凝土路面中使用。

缩缝填缝料应具有如下性能:与混凝土板壁粘结力强、回弹性好、拉伸量大、不溶于水、不渗水;高温下

不挤出、不流失、不粘车轮、耐嵌入；低温时不发脆、耐冲击韧性好、耐大气老化。

纵缝填缝材料：由于有拉杆约束，对纵缝填缝材料的要求不高，所有缩缝填缝材料都适应于纵缝填缝使用。

**要点：接缝分为胀缩纵 填缝材料各不同**

**正确选用保质量 技术规定要服从**

**122. 普通水泥混凝土路面铺筑可采用哪些方法？  
这些方法有何特点？**

**答：**普通水泥混凝土路面可采用以下几种方法铺筑：

(1) 小型机具摊铺和振实；

(2) 轨道式摊铺机摊铺和振实，配以其他工序的配套机械；

(3) 滑模式摊铺机摊铺和振实，配以其他工序的配套机械；

(4) 三辊轴机组的摊铺和振实，配以其他工序的配套机械。

这四种方法的主要特点见表 4-10。

表 4-10

参 数	小型机具	轨道式	滑模式	三辊轴式
立侧模	需要	需要	不要	需要
基层需加宽(m)	0.50	0.50	1.4 ~ 1.6	0.50
混凝土组成	无特殊限制	无特殊限制	连续级配	无特殊限制
坍落度(cm)	1 ~ 5	1 ~ 5	2 ~ 3	
振动方式	插入式 + 平板式 + 振动梁	振动梁	插入式	插入式
振动频率 (Hz)	± 50	55 ~ 66	可调节由 100 ~ 200	150 ~ 200
最大工作速度 (m/min)	0.30	0.60	2.8	13.5
实际日平均 产量(m/d)	20 ~ 120	125	400	
劳动力 (日/km)	200	> 2	18	

**要点:**路面铺筑四方法 结合实际选用它  
 施工方法有特点 掌握使用才经济

**123.水泥路面混凝土混合料配合比设计的目的是什么？哪些参数选择最关键？配合比设计应遵循的步骤是什么？**

**答：**水泥路面混凝土混合料配合比设计的目的是根据路面的强度、耐久性、耐磨性、施工工作性和经济的要求，确定混合料中各组份的最佳配合比例。

配合比设计中，在确定水泥、水、细集料、粗集料和外加剂时，首先要选择好水灰比、用水量和砂率这三个关键的参数。

水泥路面混合料配合比设计时，应按以下三个步骤进行：

(1)根据已有的混合料配合比试验参数或以往的经验，得出初拟设计配合比。

(2)按初拟设计配合比进行试拌，观察混合料的工作性，按符合要求的情况做适当的调整，而后进行强度和耐久性试验，按符合要求的情况再做必要的调整，得到设计配合比。

(3)根据混凝土的现场施工具体条件，如集料供应情况(级配、含水量等)、摊铺机具、气候条件等进行调整，提出施工配合比。

**要点: 配比设计三步骤 经验、计算、拟初比  
试拌、调整加试验 确定施工配合比**

**124. 普通水泥混凝土路面混合料配合比设计方法  
适合哪些摊铺机具的施工方式? 具体设计怎样进行?**

**答:**普通水泥混凝土路面混合料配合比设计方法适用于滑模摊铺机、轨模摊铺机、三辊轴机组及小型机具配套的施工方式,也包括在混合料中掺加外加剂或真空脱水的混凝土路面、掺加粉煤灰的混凝土路面、配钢筋的混凝土路面和桥面混凝土等的配合比设计。

混凝土混合料配合比设计的具体步骤是:

1) 确定混凝土混合料的试配强度

水泥混凝土路面结构的设计强度采用 28d 抗弯拉强度  $f_{cm}$ ,应符合《水泥混凝土路面设计规范》(JTJ 12—94)中表4-11的要求。

**混凝土设计弯拉强度和弹性模量 表 4-11**

交通等级	特 重	重	中 等	轻
设计弯拉强度 $f_{cm}$ (MPa)	5.0	5.0	4.5	4.0
弯拉弹性模量 $E_c$ ( $\times 10^3$ MPa)	30	30	28	27
设计抗压强度 $f_{cu,k}$ (MPa)	35	35	30	25

路面混凝土试配弯拉强  $f_c$  的确定:

(1) 无施工离差系数时

$$f_c = k \cdot f_{cm}$$

式中:  $f_c$ ——混凝土配制弯拉抗折强度, MPa;

$k$ ——提高系数, 取值范围为 1.10 ~ 1.15;

$f_{cm}$ ——混凝土设计弯拉抗折强度, MPa。

(2) 有施工离差系数时

$$f_c = \frac{f_{cm}}{(1 - tC_v)}$$

式中:  $t$ ——弯拉抗折强度保证率系数, 高速公路保证率 98%,  $t = 2.05$ , 一级公路保证率 95%,  $t = 1.64$ , 二级公路保证率 90%,  $t = 1.28$ , 三、四级公路保证率 85%,  $t = 1.04$ ;

$C_v$ ——弯拉抗折强度离差系数(与施工水平有关), 混凝土等级为优时,  $C_v < 0.10$ , 为良时,  $C_v = 0.10 \sim 0.15$ , 一般时,  $C_v = 0.15 \sim 0.20$ , 差时,  $C_v = > 0.20$ 。

2) 水灰比( $W/C$ )计算

(1) 碎石混凝土

$$W/C = 1.5684 / (f_c + 1.0097 - 0.3485f_s)。$$

$$W/C = 1.04 - f_c / 1.38 f_s$$

式中： $f_s$ ——水泥胶砂标准抗折强度，MPa。

取上两式的平均值为采用值。

## (2) 砾石混凝土

$$W/C = 1.2618 / (f_c + 1.5492 - 0.4565 f_s)$$

$$W/C = 1.04 - f_c / 1.38 f_s$$

取上两式的平均值为采用值。

按上式计算出的水灰比，应计入外加的减水作用，同时必须满足耐久性要求的最大水灰比规定。最终确定水灰比时，应在满足抗折强度、耐久性和施工方法要求的三项中选择最小值。

## 3) 混凝土拌和物单位用水量( $W_0$ )的计算

### (1) 碎石

$$W_0 = 104.97 + 0.309 SL + 11.27(C/W) + 0.6/S_p$$

### (2) 砾石

$$W_0 = 86.89 + 0.370 SL + 11.24(C/W) + 1.00/S_p$$

式中： $SL$ ——混凝土拌和物的坍落度，mm；

$S_p$ ——砂率，%；

$C/W$ ——灰水比，其倒数为水灰比，计入外加剂的减水作用。

掺外加剂的混凝土的单位用水量可按下式计算：

# 水泥混凝土路面施工

$$W_{ow} = W_0(1 - \beta)$$

式中： $W_{ow}$ ——掺外加剂后的单位用水量， $\text{kg}/\text{m}^3$ ；

$W_0$ ——未掺外加剂的混凝土单位用水量， $\text{kg}/\text{m}^3$ ；

$\beta$ ——实测所使用外加剂的减水率。

用水量与工作性有较大关系，为了适应施工的需要，混凝土混合物的最佳工作性应满足以下规定：

(1)当使用滑模摊铺时，混凝土拌和物最佳工作性及允许范围应符合表 4-12 的规定。

表 4-12

检测方法 界限	坍落度 $SL(\text{mm})$		振动粘度系数 $\eta(\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2)$	摊铺速度 $v_t(\text{m}/\text{min})$
	砾石混凝土	碎石混凝土		
最佳工作性	20 ~ 40	30 ~ 60	150 ~ 500	1.0 ~ 2.0
允许范围	10 ~ 50	20 ~ 70	100 ~ 600	0.5 ~ 3.0
稳定性	$30 \pm 20$	$40 \pm 20$	$300 \pm 200$	正常 $1.5 \pm 0.5$

(2)当使用轨道摊铺机、三辊轴机组、小型机具定模施工时，混凝土的工作性应满足表 4-13 的规定。



表 4-13

摊铺方式	滑模摊铺机 摊铺		轨道摊铺机 摊铺		三辊轴机 摊铺		小型机具 摊铺	
出机时落度 (mm)	40 ~ 70		40 ~ 60		30 ~ 50		10 ~ 40	
摊铺时落度 (mm)	20 ~ 50		20 ~ 40		10 ~ 30		0 ~ 20	
最大单位用 水量(kg/cm <sup>3</sup> )	碎石	砾石	碎石	砾石	碎石	砾石	碎石	砾石
	160	155	156	153	153	148	150	145

4) 计算单位水泥用量  $C_0$ 

一般水泥用量用  $C_0 = W_0 \left( \frac{C}{W} \right)$  计算求得, 但为满足水泥路面的耐久性要求, 考虑最小水泥用量  $C_{om}$ , 则按下式计算水泥用量:

$$C_0 = QC_{om}$$

式中:  $C_0$ ——单位水泥用量, kg/cm<sup>3</sup>;

$C_{om}$ ——最小水泥用量 kg/cm<sup>3</sup>;

$Q$ ——满足密实度、平整度要求的系数,  $Q = 1.10 \sim 1.25$ , 最小水泥用量偏小时取大值, 最小水泥用量偏大时取小值。

路面耐久性要求的最大水(胶)灰比和最小水泥用

量见表 4-14。

表 4-14

公路等级		高速公路	一级公路	二级公路	三、四级公路
最大水灰比		0.44	0.46	0.48	0.50
抗冻要求的最大水灰比		0.42	0.44	0.46	0.48
抗盐要求的最大水灰比		0.40	0.42	0.44	0.46
最小水泥用量 (kg/m <sup>3</sup> )	42.5 级	300	300	290	280
	32.5 级	310	310	305	300
抗冰(盐)冻要求的最小水泥用量(kg/m <sup>3</sup> )	42.5 级	320	320	315	310
	32.5 级	330	330	325	320
掺粉煤灰时的最小水泥用量(kg/cm <sup>3</sup> )	42.5 级	260	260	255	250
	32.5 级	280	270	265	260
抗冰(盐)冻掺粉煤灰时的最小水泥用量(42.5 级) (kg/cm <sup>3</sup> )		280	270	265	260

## 5)确定粗细集料用量

(1)根据砂的细度模数和粗集料种类,合理选择砂率;砂的细度模数与最大砂率的关系见表 4-15。

表 4-15

砂细度模数		2.2 ~ 2.5	2.5 ~ 2.8	2.8 ~ 3.1	3.1 ~ 3.4	3.4 ~ 3.7
砂率 $S_p$ (%)	碎石 混凝土	30 ~ 34	30 ~ 36	34 ~ 38	36 ~ 40	38 ~ 42
	砾石 混凝土	28 ~ 32	30 ~ 34	32 ~ 36	34 ~ 38	36 ~ 40

(2)根据假定密度或绝对体积,计算砂石体积和用量。

(3)根据实测混凝土密度,调整配合比及各种材料用量。

**要点:**各项要求要记清 设计参数选择好

### 计算规则应遵守 配比才会质量高

125. 混凝土混合料试配易出现的几个问题及产生的原因是什么? 怎样调整?

答:混凝土混合料试配过程中易出现的问题,及产生的原因和怎样调整详见表 4-16。

# 水泥混凝土路面施工

表 4-16

序号	试配混合料时 易出现的问题	产生原因	调整途径
1	混合料偏稀,坍落度大,流浆离析,振动粘度系数大	砂石料用量不足	保持水灰比和砂率不变,同时增大砂石料用量
2	试配混合料过干,坍落度过小,振动粘度系数过大,粘聚性不足	砂石料用量过大	保持水灰比和砂率不变,同时减小砂石料用量
3	试配混合料砂浆过多,坍落度适合,但振动粘度系数偏小,振实后表面砂浆较厚	砂率过大	降低砂率或减小水和水泥用量
4	试配混凝土砂浆量过少,拌和物干涩,坍落度合适,振动粘度数偏大,抹面困难	砂率过小	增大砂率或增加水和水泥用量

在调整中,每次调幅为 2% 左右,重复拌和时间不得超过 20min,直到符合要求为止。

**要点:** 观察现象找原因    调整方法确认准  
满足施工是标准    保证质量需耐心

## 126. 碾压混凝土有什么特点? 其配合比计算步骤与试配计算方法怎样?

答:碾压混凝土是一种干硬性混凝土,其混合料的用水量减少到刚能满足碾压密度所需的水分,比普通混凝土减少用水量约  $1/4$ ,而用水量的多少是根据需要的工作度  $V_c$  来确定。碾压混凝土的水泥用量比普通混凝土少约  $25\% \sim 30\%$ ,并且还可以掺用相当比例的粉煤灰。碾压混凝土在配合比设计上,是以胶凝材料浆体最大限度地填满混合料中粗集料间的空隙并包裹粗集料颗粒而形成密实的混凝土,达到强度和耐久性要求,满足施工的可压性和经济性的目的。

1) 碾压混凝土配合比计算按以下五个步骤进行:

- (1) 计算出要求的试配强度  $f_{cm}$ ;
- (2) 按  $f_{cm}$  计算出所要求的水灰比值;
- (3) 选择每立方米混凝土的用水量,并计算出混凝土的单位水泥用量;
- (4) 选取合理的砂率值;
- (5) 计算出粗、细集料的用量,定出供试配用的配合比。

2) 碾压混凝土的试配计算方法(只掺外加剂)

(1) 根据碾压混凝土设计弯拉强度  $f_{cm}$  计算碾压混凝土试配弯拉强度  $f_{cn}$ :

$$f_{cn} = \frac{f_{cm} + f_{ny}}{1 - tC_v}$$

式中:  $t$ ——保证率系数;

$C_v$ ——混凝土抗弯拉强度变异系数;

$f_{ny}$ ——压实安全弯拉强度, 其值按下式计算:

$$f_{ny} = (y_{n1} + y_{n2})^a$$

其中:  $y_{n1}$ ——弯拉强度试件标准压实度(95%);

$y_{n2}$ ——路面芯样压实度下限值(由芯样压实度统计得);

$a$ ——相应于压实度变化 1% 的弯拉强度波动值。

(2) 计算单位用水量。根据碾压混凝土的工作性指标, 改进  $V_c$  值(s), 按经验公式(掺外加剂)推算初步配合比单位用水量  $W_{om}(\text{kg}/\text{m}^3)$ 。

$$W_{om} = 137.7 - 20.55 \log V_c$$

(3) 计算灰水比。根据 28d 弯拉强度指标  $f_{cm}$  (MPa), 水泥实测胶砂抗折强度  $f_s$  (MPa), 按以下公式计算:

$$C/W = f_{cm} / (0.215 f_s) - 0.798$$

(4) 计算单位水泥用量。由单位用水量  $W_{on}$ , 满足弯拉强度和耐久性要求的灰水比  $C/W$ , 计算单位水泥用量  $C_{on}(\text{kg}/\text{m}^3)$ 。

$$C_{on} = W_{on} \times (C/W)$$

(5) 选定粗集料填充体积百分率。根据砂的细度模数实测结果, 参照表 4-17 选定配合比中粗集料填充体积百分率  $V_g(\%)$ 。

表 4-17

砂细度模数 $M_x$	2.40	2.60	2.80	3.00
粗集料填充体积 $V_g(\%)$	75	73	71	69

(6) 计算粗集料用量。根据粗集料振实容重  $\gamma_g$  和选定的粗集料填充体积百分率  $V_g(\%)$  计算粗集料用量  $G_{on}(\text{kg}/\text{m}^3)$

$$G_{on} = \gamma_g \times V_g$$

(7) 计算用砂量。根据已知的  $G_{on}$ 、 $C_{on}$ 、 $W_{on}$  及相应的原材料容重, 按绝对体积法计算用砂量  $S_{on}(\text{kg}/\text{m}^3)$ 。

(8) 计算外加剂用量。根据试验优选的外加剂掺量  $\varepsilon$  和单位水泥用量  $C_{on}$ , 计算单位外加剂用量  $Y_{on}$

(kg/m<sup>3</sup>)<sub>c</sub>

$$Y_{on} = \varepsilon \times C_{on}$$

## 3) 碾压混凝土掺外加剂和粉煤灰的计算方法

(1) 计算粗集料用量。其计算方法同只掺外加剂的粗集料用量一样。

(2) 选定粉煤灰掺量。按经验或正交试验分析确定粉煤灰掺量  $F_c(\%)$ 。

(3) 计算单位用水量。根据工作性要求, 改进  $V_c$  值(s) 和粉煤灰掺量  $F_c(\%)$ , 按下述掺外加剂和粉煤灰的经验公式计算单位用水量  $W_{ofn}(\text{kg/m}^3)$ 。

$$W_{ofn} = 135.5 - 21.1 \log V_c + 0.32 F_c$$

(4) 计算基准胶材总量。根据试配 28d 弯拉强度  $f_{cn}(\text{MPa})$ 、粉煤灰掺量  $F_c(\%)$  和选定的粗集料填充体积百分率  $V_g(\%)$  计算基准胶材总量。

$$(C + F_{co}) = (f_{cn} - 7.22 + 0.025 F_c + 0.023 V_g) / 0.005$$

(5) 计算单位水泥用量及粉煤灰用量。由基准胶材总量  $C + F_{co}$  和粉煤灰掺量  $F_c(\%)$  及粉煤灰超代系数  $K$  就可计算单位水泥用量(kg/m<sup>3</sup>)。

$$C_{ofn} = (C + F_{co}) \times (1 - F_c)$$

单位粉煤灰用量(kg/m<sup>3</sup>)为:



$$F_{co} = C_{ofn} \times F_c \times K$$

(6)计算水胶比。根据单位用水量  $W_{ofn}$ , 满足弯拉强度, 同时满足耐久性要求的最小单位水泥用量计算水胶比  $W/(C + F)$ 。

$$W/(C + F) = W_{ofn}/(C_{ofn} + F_{co})$$

(7)计算用砂量。根据已知的  $G_{on}$ 、 $C_{ofn}$ 、 $F_{co}$ 、 $W_{ofn}$  及相应的原材料容重, 混凝土含气量  $\alpha$  (%), 采用绝对体积法计算用砂量  $S_{en}$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

(8)附加剂  $Y_{on}$  的用量计算方法同前。

**要点: 碾压混凝土干硬性 经济合理最要紧**

**减配应按要求办 满足要求保质量**

**127. 钢纤维混凝土配合比设计与普通混凝土配合比设计有什么共同点与不同点? 钢纤维混凝土配合比设计步骤是什么?**

**答:** 钢纤维混凝土的配合比设计与普通混凝土配合比设计的共同点是: 配合比设计的步骤大体相同; 试配和施工配合比的确定也基本相同。其不同点有:

(1) 钢纤维混凝土的强度标准是双控即抗压强度、抗拉强度或抗压强度、抗弯拉强度; 单位用水量和含砂率与钢纤维体积率有关。

(2)因钢纤维混凝土的抗压强度与相同水灰比,相同原材料的普通混凝土相近,抗压强度取值与普通混凝土相同,在试配时目前只能参照抗压强度的施工配制强度提高系数来确定抗拉或抗弯拉强度施工配制强度提高系数。

(3)混凝土混合物中加入了钢纤维,使拌和料较普通混合料干涩,其坍落度值减小 20mm 左右,但其施工和易性变化不大。如采用坍落度作为稠度指标时,坍落度的取值应比普通混凝土规范规定值小 20mm,当使用维勃值作稠度指标时可与普通混凝土相同。

钢纤维混凝土配合比设计,必须首先确定钢纤维掺量与弯拉强度之间的关系。除满足设计要求的抗压、抗拉或抗压、抗弯拉强度外,还要满足施工和易性等要求。其配合比设计按绝对体积法计算,具体按以下步骤进行:

(1)根据强度标准值或设计值及施工配制强度提高系数,确定试配抗压强度与试配抗拉强度。

(2)根据试配抗压强度计算水灰比。

(3)根据试配抗弯拉强度,按弯拉强度影响系数计算钢纤维的掺量。

弯拉强度影响系数( $\alpha_{tm}$ )的确定:

$$f_{tm} = f_{tu}(1 + \alpha_{tm} \times L/d \times \rho_f)$$

式中： $f_{tm}$ ——钢纤维混凝土弯拉强度；

$f_{tu}$ ——同一强度等级的普通混凝土的弯拉强度；

$\alpha_{tm}$ ——钢纤维对弯拉强度影响系数；

$L/d$ ——钢纤维长径比；

$\rho_f$ ——钢纤维体积掺量。

经统计得到钢纤维对混凝土弯拉强度的影响系数为 1.19(铣削钢纤维)。

(4)根据施工要求的和易性确定单位用水量,钢纤维每掺加 0.5%(体积率),单位体积用水量相应增加 6kg,如掺加外加剂应考虑外加剂的影响。

(5)确定合理砂率,钢纤维每掺加 0.5%(体积率),砂率相应增加 2%。

(6)根据水灰比、用水量、钢纤维用量和砂率,按绝对体积法计算钢纤维混凝土各种材料用量,确定试配配合比。

(7)按试配配合比进行新拌混凝土混合物性能试验。调整单位体积用水量和砂率,确定强度试验用的基准配合比。

## 水泥混凝土路面施工

(8)根据强度试验结果调整水灰比和钢纤维体积率,确定施工配合比。

以上设计步骤中未作规定的可按现行标准中普通混凝土配合比设计的规定执行。

**要点:配比设计双指标 抗压、抗拉不可少**  
**合理确定含砂率 确定试配配合比**  
**试配新拌混合料 试验调整施配比**

128. 混凝土混合料拌和设备的配置有何要求? 各类混合料拌和有哪些技术要求?

答:水泥混凝土拌和站的生产能力应与摊铺能力匹配,一般都是拌和能力不足而摊铺能力有余。其拌和能力与滑模、轨模、碾压、三辊轴机组摊铺匹配时,生产能力  $M(\text{m}^3/\text{h})$  计算公式为:

$$M = 60 \times K \times b \times h \times v_t$$

式中:  $M$ ——搅拌站总的拌和能力,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$b$ ——摊铺宽度,  $\text{cm}$ ;

$v_t$ ——摊铺速度,  $\text{m}/\text{min}$ , 宜大于等于  $1\text{m}/\text{min}$ ;

$h$ ——路面板厚度,  $\text{cm}$ ;

$K$ ——拌和站可靠性系数(1.2~1.5)。

拌和站拌制混凝土混合料的最小拌和量与不同的

摊铺方式的关系详见表 4-18。

表 4-18

摊铺方式 摊铺宽度 (m)	滑模 摊铺	轨模 摊铺	碾压 混凝土	二辊轴 摊铺	小型机具 摊铺
单车道 3.75 ~ 4.5	$\geq 100\text{m}^3$	$\geq 75\text{m}^3$	$\geq 75\text{m}^3$	$\geq 50\text{m}^3$	$\geq 25\text{m}^3$
双车道 7.5 ~ 9.0	$\geq 200\text{m}^3$	$\geq 150\text{m}^3$	$\geq 150\text{m}^3$	$\geq 100\text{m}^3$	$\geq 50\text{m}^3$
整幅 $\geq 11.25$	$\geq 300\text{m}^3$	$\geq 200\text{m}^3$	$\geq 200\text{m}^3$		

使用机械摊铺施工时一般都应配置 2 ~ 3 台大中产量的间歇式自动搅拌楼,并配足水泥及粉煤灰储存罐及装载机或推土机。

拌和站在拌和路面混凝土混合料时有以下技术要求:

(1)拌和站的拌和机在投产前应安装、调试正常,还应通过法定计量部门对各计量器具进行标定,使各种材料的称量误差控制在允许误差范围内。计算允许误差见表 4-19。

## 水泥混凝土路面施工

表 4-19

材 料 名 称	水泥	掺和料	钢纤维	砂	粗集料	水	外加剂
高速公路和 一级公路(每盘)	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 1$	$\pm 2$
其他公路(每盘)	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 3$	$\pm 2$	$\pm 2$

(2)为使拌和物均匀、粘聚性好,拌和时间,一般情况下单立轴式搅拌机总拌和时间为 80 ~ 120s,最小纯拌和时间大于 35s;行星立轴和双卧轴式搅拌机总拌和时间为 60 ~ 90s,最小纯拌和时间不小于 30s;连续双卧搅拌机总拌和时间不小于 40s,最长总拌和时间不宜超过高限 2 倍。

(3)所用外加剂应以(稀释)溶液加入搅拌锅,稀释用水和原液中的水应从用水总量中扣除,外加剂掺量应根据配合比试验确定的掺量计算成每盘掺量。溶液应均匀无沉淀,掺有外加剂时,需延长 5 ~ 10s 拌和时间。

(4)搅拌加引气剂的混凝土拌和物时,引气剂也应稀释为溶液加入,其用水量应从总加水量中扣除,但拌和一次的容量不应大于其额定搅拌量的 90%,纯拌和时间应控制含气量最大或较大时间为宜。

(5)如加粉煤灰时应与水泥以相同的输送、计量方

式加入拌锅,当粉煤灰与引气剂同时使用时,要达到相同的含气量,应通过试验确定引气剂掺量,此时纯拌和时间应延长 10 ~ 15s。

当搅拌钢纤维混凝土时,除满足上述要求外,还应符合以下规定:

(1)防止结团。一次搅拌量不宜大于其额定搅拌量的 80%,拌和均匀,不得结团。

(2)钢纤维混凝土拌和投料次序和普通混凝土相同,应以保证一定生产率为原则。

(3)拌和时间由拌和机类型决定,但一般应较普通混凝土延长 10 ~ 30s。

当拌和碾压混凝土时,除了满足普通混凝土拌和的技术要求外,还应符合下列要求:

(1)严格控制好混凝土的砂、石材料含水量,使加入拌和机中的砂、石料含水量无明显差别(应对砂、石料进行覆盖防湿工作)。

(2)应精确及时地检测砂、石料含水量变化,并快速反馈,严格调整控制加水量,保证拌和料的稠度符合要求。

(3)碾压混凝土的最短纯拌和时间宜比普通混凝土延长 15 ~ 20s。

## 水泥混凝土路面施工

**要点:**拌和能力大摊铺 大、中产量二、三台  
配料必须计量准 顺序加料拌均匀  
外加剂宜溶液加 溶液均匀无沉淀  
钢纤混凝土抓三点 防止结团第一件  
二抓投料按顺序 第三拌和延时间

129. 水泥混凝土拌和物运输车辆怎样选配? 混合料运输过程中有哪些技术要求?

答:水泥混凝土混合料的运输应根据混合料的类型、运输距离等情况选择运输车辆。钢纤维混凝土、碾压混凝土只能选择用自卸汽车运输,而普通混凝土可以使用自卸汽车运输,当运距远或摊铺钢筋混凝土路面及桥面时,宜选用混凝土运输车。其运输车辆的数量应按下面公式计算:

$$N = 2n(1 + s\gamma Q/vg)$$

式中:  $N$ ——汽车辆数;

$n$ ——相同产量的拌和机台数;

$s$ ——单程运输距离, km;

$\gamma$ ——混凝土容重,  $t/m^3$  km;

$Q$ ——一台拌和机一小时的生产能力,  $m^3/h$ ;

$v$ ——运输车场的平均车速, km/h;



$g$ ——运输车辆的载重能力。

运输车辆的技术要求是：

(1)运输车辆应根据施工进度、运量、运距及道路情况选好车型、配足数量,运输能力一定要比总的拌和能力略有富余,确保拌和物在规定时间内运到摊铺现场。

(2)运输过程中拌和物的坍落度有所损失,但是损失后必须适合摊铺并满足表 4-20 的要求。摊铺作业应在初凝前 1h 完成。碾压混凝土的压实工作性可按改进的  $V_c$  值  $40 \pm 5s$  控制。普通混凝土和钢纤维混凝土拌和物运输允许的最长时间宜小于摊铺允许的最长时间的 0.5h。不同摊铺工艺的素混凝土拌和物从拌和出料到运输、铺筑完成的允许最长时间应符合表 4-20 的规定。

表 4-20

运输、摊铺 时间	运输允许最长时间(h)		铺筑完成允许最长时间(h)	
	滑模、轨模	三轴、小型机具	滑模、轨模	三轴、小型机具
施工气温(℃)				
5~9	2.0	1.5	2.5	2.0
10~19	1.5	1.0	2.0	1.5
20~29	1.0	0.75	1.5	1.25
30~35	0.75	0.50	1.25	1.0

碾压混凝土拌和物的运输时间宜在 0.5h 内完成,碾压混凝土的成形控制时间从拌和到碾压完成宜在 2h 内。各种混凝土拌和物如不能满足要求时应采取相应措施。

(3)混凝土拌和物的运输还应满足以下要求:

①装料:装料翻斗自卸车应清洗干净,并洒水湿润,每装一盘时应挪动一下位置,拌和站卸料高度应尽可能的小,避免离析。如果混凝土运输中应先清洗罐车并将水排除干净,装车时转动入料。

②运输:自卸反斗车运输时防止漏浆,运输途中应尽可能减小颠簸,防止离析,中途不得耽搁逗留。起步、行车平稳。

③运料车辆驾驶员必须了解掌握运输、铺筑的允许最长时间,如因故超过规定时间,则料应废弃,或作它用。

④自卸反斗车运送应加遮盖,防止日晒、风吹、雨淋,冬季保温。碾压混凝土拌和物在任何情况下都必须覆盖。

⑤运输距离自卸反斗车不得大于 20km,否则使用混凝土运输车。碾压混凝土不超 10km。

⑥运输车在摊铺作业区调头或错车时,应缓慢操

作,防止碰撞模板或基准线。

⑦卸料时应听从指挥,严禁碰撞摊铺机和有关设施。

(4)碾压混凝土卸料:料车应提前启动,在前辆卸料车离开后,立即倒向摊铺机,并在机前 30cm 左右处停止,不撞击摊铺机,并挂空档,听指挥升斗卸料,此时靠摊铺推动前进,卸完料后听指挥迅速离去。

**要点:**车型选择有规定 运料选车要执行  
装、运、卸、料防离析 覆盖防雨防蒸发  
倒车卸料听指挥 撞线碰模绝不行

**130. 普通水泥混凝土路面滑模施工摊铺机选型的原则是什么? 前台摊铺作业应选用哪些配套机具?**

**答:**普通水泥混凝土路面如采用滑模施工时,高速公路、一级公路的主车道施工,宜选择一次能同时摊铺 2~3 个车道宽度(7.5~12.5m)的大型滑模摊铺机。二级及二级以下路的公路最小摊铺宽度不得小于 3.75m。

选择滑模摊铺机的基本技术参数见表 4-21。

滑模摊铺机施工时,前后还应配备以下机械设备:

表 4-21

项 目	发动 机功 率(kW)	摊铺 宽度 (m)	摊铺 厚度 (cm)	摊铺 速度 (m/min)	行走 速度 (m/min)	履带 数 (个)	整机 质量 (t)
特大型三车 道滑模摊铺机	200 ~ 300	12.5 ~ 16.0	0 ~ 50	0 ~ 3 (0 ~ 5)	0 ~ 15	4	57 ~ 135
大型双车道 滑模摊铺机	150 ~ 200	3.6 ~ 9.7	0 ~ 50	0 ~ 3 (0 ~ 5)	0 ~ 18	2 ~ 4	22 ~ 50
中型多功能 单车道摊铺机	70 ~ 150	2.5 ~ 6.0	0 ~ 40 护栏 高度 80 ~ 190	0 ~ 3 (0 ~ 9)	0 ~ 15	2, 3, 4	12 ~ 27
小型路缘石 滑模摊铺机	≤ 80	< 2.5	< 45	0 ~ 5 (0 ~ 9)	6 ~ 10	2, 3	≤ 10

注：括号中的数字为空铺时的行走速度。

(1)布料设备。滑模摊铺素混凝土路面时，一般可配备一台轮胎式挖掘机或是装载机辅助布料。当铺筑钢筋混凝土路面、桥面和桥头搭板时，应配备下列适宜的布料机械之一：

- ①侧向上料的布料机；
- ②带侧向上料机构的滑模铺机；

- ③挖掘机加料斗侧向供料设备;
- ④吊车加短便桥钢凳车辆直接卸料设备;
- ⑤吊车加料斗起吊布料设备。

(2)抗滑构造设备。采用滑模施工的水泥混凝土路面,宏观抗滑构造的施工可采用拉毛养生机或人工软拉槽制作,也可以采用硬刻槽机制作。无论采用哪种方法,抗滑构造施工设备的能力都应施工进度相匹配。

(3)切缝设备。滑模施工的混凝土路面,切缝施工可使用软切缝机、支架式硬锯缝机和普通锯缝机。其切缝机的工作能力应与滑模摊铺机的工作进度相匹配。

(4)磨平设备。滑模施工的混凝土面板需要磨平修整,配备一台水磨石机,进行局部修整工作。

(5)灌缝设备。水泥混凝土路面的缝需要进行灌缝填塞,应根据需要配备灌缝机和插胶条的工具。

(6)养生设备。水泥混凝土路面可以洒水养生,也可以喷洒养生膜养生,因此,养生设备可根据养生类型进行配备,即按需要配备压力式喷洒机或喷雾器或洒水车。

**要点:机械选型重原则    注重质量与配套**  
**需要设备应配齐    施工作业有保证**

### 131. 滑模摊铺水泥混凝土路面基准线怎样设置？ 必须满足哪些技术要求？

答：滑模施工时基准线的设置方式是多种形式的，而我国一般都采用设置基准线方式来控制路面板的高程与横坡，施工时可以根据施工需要采用单向坡双线式或单向坡单线式和双向坡双线式的方式设置。单坡双线式基准线的两板间的横坡应与路面横坡一致。单向坡单线式基准线必须在另一侧已具备适宜已成基准。是路面横向联接摊铺，其横坡应与已铺路面一致。双向坡双线式的两根基准线直线段应平行，且间距相等，并对应路面高程，路拱靠滑模摊铺机调整自动铺成。

基准线的设置应满足以下技术要求：

(1) 基准线宽度除应保证摊铺宽度外，还应满足两侧 65 ~ 100cm 横向支距的要求。

(2) 基准线桩纵向间距，平面直线段宜为 10m，圆曲线段视弯道半径大小适当加密布置(最小 2.5m)。

(3) 基准线桩固定：基层顶面到夹线臂的高度宜为 45 ~ 75cm，基准线臂夹口到桩的水平距离宜为 30cm，线桩应钉牢固。

- (4) 基准线应分段设置,每段长度宜为 350m 左右。
- (5) 基准线宜用紧线器张紧,其张拉力不小于 1000N。
- (6) 基准线设置精度符合表 4-22 的规定。

表 4-22

项 目		规 定 值	允 许 误 差
中线平面偏位(mm)		10	20
路面宽度偏差(mm)		+ 15	+ 20
面板厚度 (mm)	代表值	- 3	- 5
	极值	- 8	- 10
纵断高程偏差(mm)		$\pm 5$	$\pm 10$
横移偏差(%)		$\pm 0.10$	$\pm 0.15$
左右幅连接纵缝高差(mm)		$\pm 1.5$	$\pm 2$

### 132. 滑模摊铺水泥混凝土路面前应对施工现场进行哪些检查?

答:滑模摊铺水泥混凝土路面施工前应进行如下检查:

- (1) 首先应检查混凝土面板厚度。利用已挂好的基线每 200m10 个断面,每个断面 3~5 点测量板厚,其

平均值不小于设计板厚。

(2)检查基层。基层如有局部破损应修补平整,如有裂缝应处理,并将基层及履带行走部位清扫干净,洒水湿润,不得有积水。

(3)如有横向连接摊铺,应对前面已铺筑的路面纵缝的溜肩、胀宽部位切割顺直,前次已铺路面的侧边拉杆应校正扳直,缺少的拉杆应打孔锚固植入,并沿纵向施工缝的上半部缝壁涂刷饱满沥青。

(4)应检查辅助施工的工具设备如拉毛养生机、布料机械、发电机等是否到位并运转正常,手持振动棒、抄平梁、传力杆定位支架、拉杆、拉毛耙、工作凳、拖行工具、端头模板、养生剂、喷洒工具等是否到位,状态是否良好。

**要点:准备工作最重要 认真仔细都查到**

**不可漏掉一小点 施工质量才保全**

**133.滑模摊铺水泥混凝土路面对布料有什么要求?滑模摊铺机工作机构的施工参数如何设定?**

**答:**滑模摊铺时,混合料从拌和站运来后卸料应设专人指挥均匀卸料,卸料时应注意:



(1)机前正常料位高度应在螺旋布料器叶片最高点以下,亦不得缺料。

(2)布料的松铺系数,当坍落度在 $1\sim 5\text{cm}$ 时,宜在 $1.08\sim 1.15$ 之间,布料机与滑模摊铺机之间施工距离宜控制在 $5\sim 10\text{m}$ 之间。

(3)钢筋结构层保护:如果采用布料机以外的布料方式摊铺钢筋混凝土路面、桥面或桥头搭板时,严禁任何机械直接进入钢筋网上。

滑模摊铺机工作机构的施工参数设定应按下列要求进行:

(1)振动棒位置:振动棒下缘位置应在挤压板最低点以上,横向间距不宜大于 $45\text{cm}$ 。均匀排列,但两侧边缘的振捣棒与摊铺机边沿距离不宜大于 $25\text{cm}$ 。

(2)挤压板及夯板:挤压板前倾角宜设为 $3^\circ$ 左右,提浆夯板位置宜在挤压底板前缘以下 $5\sim 10\text{mm}$ 之间。

(3)超铺角与搓平梁:两边缘超铺高程根据混合料稠度应在 $3\sim 8\text{mm}$ 之间调整。搓平梁前沿应调整到与挤压板后沿高程相同,搓平梁的后沿比挤压底板后沿低 $1\sim 2\text{mm}$ ,并与路面标高相同。

**要点:**布料控制是关键 保护钢筋宜周全  
工作参数设定好 施工质量才能保

### 134. 滑模摊铺水泥路面应注意哪些技术操作要领?

**答:**滑模摊铺水泥路面应在以下 8 方面把握好操作要领,才能铺筑出好的路面;

(1)摊铺速度的把握。在摊铺中,滑模机工作的速度是缓慢、匀速而连续不断地进行摊铺作业,其摊铺速度是根据混合物稠度、供料能力和设备的性能来确定的,控制在  $0.5 \sim 3\text{m/min}$  之间,一般宜为不大于  $1\text{m/min}$ 。当混合料的稠度发生变化时,先调振捣频率,然后改变摊铺速度,同时也禁止在料多时提速,然后再随意停机等待,进行间歇摊铺。

(2)进料控制。在摊铺过程中,应随时调整松方高度板控制进料位置,开始宜略设高些,以保证进料,正常状态下应保持振捣仓内砂浆料位高于振捣棒  $10\text{cm}$  左右,料位上下波动宜控制在  $\pm 4\text{cm}$  之内。

(3)振捣频率调整。在正常摊铺时,其振捣频率可在  $6000 \sim 11000\text{r/min}$  之间调整,宜采用  $9000\text{r/min}$  左右。摊铺时,应根据混合料的稠度大小,随时调整摊铺的振动频率或速度。当混凝土偏稀时,降低振捣频率,最小不得小于  $6000\text{r/min}$ ,并加快摊铺速度,最快不超

过 $3\text{m}/\text{min}$ ;当混合料偏干时,应提高振捣频率,最大不得大于 $11000\text{r}/\text{min}$ ,同时减慢摊铺速度,最小不得小于 $0.5\text{m}/\text{min}$ ;滑模超步时,应先开启振捣棒 $2\sim 3\text{min}$ 后才缓慢平稳推进,滑模摊铺机脱离混凝土后,应立即关闭振捣棒组。

(4)有纵坡摊铺时,滑模摊铺机满负荷可摊铺的最大上坡为 $5\%$ ,下坡为 $6\%$ 。滑模摊铺机上坡摊铺时,挤压底板前仰角宜适当调小,同时宜适当减小抹平板压力。反之宜适当调大前仰角,适当增大抹平板压力。适当压力就是底板不小于 $3/4$ 的长度接触路面。

(5)当在弯道上摊铺时,其最小弯道半径应大于 $50\text{m}$ ,最大超高横坡应小于 $7\%$ 。

(6)摊铺时拉杆设置。摊铺单车道路面时,可能一侧或双侧要配置纵缝拉杆打入装置,如同时摊铺2个以上车道时,除侧向打拉的装置外,还应有假缝位置中间配置所需的拉杆自动插入装置,打入的拉杆必须处在面板厚和纵缝中间的位置,中间和侧向拉杆打入高低误差、倾斜及前后误差符合要求。

(7)有横向连接摊铺时,滑模摊铺机一侧履带在前一次已铺筑的混凝土路面上行走的时间控制在养护 $7\text{d}$ 以后,最短也不能少于 $5\text{d}$ 。连接纵缝横向高差应符合

合要求。

(8)板表面砂浆厚度应视路面抗滑构造的施工方法而定。如采用软拉抗滑构造时,表面砂浆厚度宜为4mm;如采用硬刻槽施工抗滑构造时,表面砂浆厚度宜控制在2mm左右。

**要点:滑模施工要求高 操作要领要做到  
根据要求来调整 摊铺质量能确保**

**135.滑模摊铺时对出现的问题怎样处理? 摊铺过程中局部问题怎样使用人工修整? 施工结束后必须进行什么工作?**

**答:滑模摊铺后可能会出现以下问题:**

(1)路面某处局部多次出现麻面或拉裂现象,这种问题表明该处的振捣棒出现问题。必须停机检查或更换。如发现路面上留有发亮的振捣棒拖出的砂浆条带,表明振捣棒位置过深,必须调整至振捣棒缘在挤压底板的后缘高度以上。

(2)在摊铺8m以上的双车道路面时,左右卸下的料稠度不一致时,摊铺机的摊铺速度应按偏稠的一侧设置,并应将偏稀一侧的振捣棒频率迅速调小。

(3)路面板有时会出现横向拉裂现象,一是应检查拌和物是否局部或整体过于干硬,或是产生了离析,或是集料粒径过大不适应滑模摊铺。二是可能因为在该部位摊铺速度过快,振捣频率不够,混凝土未被振动液化而导致拉裂,应降低摊铺速度,提高振动频率。三是应该检查挤压底板的位置和前仰角设置是否变化,底板设置成前倒角时必定拉裂,前仰角过大时,也可能拉裂。这种情况下应在行进中调整前2个水平传感器,将挤压底板调整为适合的前仰角。就可消除拉裂现象。四是拌和物干硬,或待料停机时间较长,摊铺起速过快时,也可能拉裂。在待料停机时间较长时,应间隔15min开启振捣棒振动2~3min;起步摊铺时,宜先振捣2~3min后再缓慢前进。

(4)当拌和楼故障停机等待时不超过当时气温下混凝土初凝时间的2/3,一般是1~1.5h,此时应每间隔15min开启振捣棒振动3~5min,超过1~1.5h时,应停止摊铺,作施工缝处理。

(5)当滑模摊铺机故障时,应立即通知拌和楼停拌,停机处理故障最长时间不得超过当时气温下混凝土初凝时间的4/5,否则将摊铺机开出工作面,作施工缝。

在滑模摊铺施工中,可能还会出现一些局部少量修整工作,可以使用人工进行局部少量修整,其修整要求如下:

(1)表面修整:人工操作抹面抄平器修整摊铺机后的缺陷,但严禁整个表面人工加砂浆薄层修补标高。

(2)侧边修理:如边缘出现倒角、坍边、溜肩现象,应顶侧模或上部上方铝管,把边缘补料修整好,左右连接摊铺的纵缝处也应进行适量修整。

(3)接头修理:在横向起步摊铺段或纵向施工接头处,应采用水准仪抄平,3m 或大于 3m 直尺检查修整,使之平顺。

当滑模摊铺结束后,必须及时做好下述工作:

(1)清洗滑模摊铺机,并进行保养、加油、加水、上润滑油等工作。

(2)设置横向工作缝,横向工作缝有两种做法:一是软做施工缝法。二是硬切齐施工缝端部做法。详见有关接缝施工内容。

要点:问题出现查原因	对号处理才可行
表面修整按规定	细心操作最要紧
施工结束保养机	按规做好工作缝

**136. 普通混凝土使用轨道、三辊轴、小型机具施工对模板有何技术要求？模板架设安装有何规定？模板拆除应注意什么？**

**答：**普通混凝土除滑模施工外，其他的施工方式都要使用模板。所有等级公路的混凝土面板的侧模板宜采用刚度足够的槽钢、轨模或钢制模板，不宜使用或少用木制模板、塑料模板等易变形其他模板。模板的高度宜比面板设计厚度略厚 3mm 左右，模板长度宜为 3 ~ 5m，不应小于 3m，每米模板应设置 1 个支撑固定装置；模板垂直度使用垫环楔调控、钢纤固定。当使用小型机具配套施工时，钢模板的固定间距可放大。如果有下次横向连接摊铺时，需要在有连接一侧的模板上按设计要求预留间距的拉杆插入孔，并同时设置 5cm 左右的定位套管装置，孔和固定装置的直径应大于拉杆外缘 3mm。

施工缝端头模板应采用焊接牢固的钢制或槽钢制的端头模板，端模板上插入传力杆水平孔的间距多为 30cm，孔径 33mm，边侧传力杆到自由边距离不宜小于 15cm，每根传力杆必须在端模上离孔口外侧 10cm 处设置长 5cm 内径 33mm 的水平固定套管。每米设一个钢

纤垂直固定孔套管。

模板或轨模的数量根据施工进度和施工气温确定,但必须满足拆模周期内周转使用,一般不少于 3d 摊铺需要量。

模板的安装应符合以下规定:

(1)侧模架设位置应准确,每 20m 放一个中桩,每 100m 放一个水准点。应核对面板标高、分块、胀缝和构造物位置,使之符合允许误差要求。

(2)模板应支架稳固,足以承受摊铺、振实、平振设备的冲击振动,不变形,不位移。

(3)轨道摊铺时,应使用宽 3m 的专用钢制轨模,轨模底面宽度宜为高度的 80% 以上,轨道使用螺栓、垫片固定在模板支座上,模板使用钢纤与基层固定,轨道顶面低于模板 2 ~ 4cm,轨道中心距模板内侧 12.5cm。

(4)模板安装要求:应稳固、顺直、平整、无扭曲,相邻板连接应紧密平顺,不得有离缝漏浆、前后错茬、高低错台等现象。模板的底部不应漏浆,同时也严禁在基层上挖槽嵌设模板。模板安装误差应符合表 4-23 的规定。

(5)模板支立检验合格后,与混凝土接触的表面应



涂刷防粘剂,接头处采用防堵措施,防漏浆。

表 4-23

施工方式 检测项目	三辊轴 机组	轨道 摊铺机	小型 机具	最大允许偏差	
				高速公路 和一级公路	其他等 级公路
平面偏位(mm)	10	5	15	20	
摊铺宽度偏差(mm)	$\pm 10$	$\pm 5$	$\pm 15$	$\pm 20$	
厚度(mm)	代表值	-3	-3	-4	-5
	极值	-8	-8	-9	-10
纵向高程偏差(mm)	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 10$	$\pm 10$	$\pm 15$
相邻板高差(mm)	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 3$
横坡偏差(mm)	$\pm 0.10$	$\pm 0.10$	0.20	$\pm 0.15$	$\pm 0.25$
顶面接茬平整度 3m 直尺/(mm)	$\pm 1.5$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 3$
模板接缝宽度(mm)	$\pm 3$	$\pm 2$	$\pm 3$	—	
侧向垂直度(mm)	$\pm 3$	$\pm 2$	$\pm 4$	$\pm 5$	
纵向垂直度(mm)	$\pm 3$	$\pm 2$	$\pm 4$	$\pm 5$	

拆除模板应符合下列要求:

- (1)最短拆模时间,应使混凝土试件抗压强度不小于 8MPa,由同条件养护试件的试验确定或者参考表

4-24的规定。

混凝土面板的允许最早拆侧模时间表(h) 表 4-24

昼夜平均气温(℃)	-5	0	5	10	15	20	25	≥30
矿渣硅酸盐水泥	—	—	120	60	50	45	36	24
道路普通水泥	360	168	72	40	36	30	24	18
硅酸盐水泥、R型水泥	240	120	60	36	34	28	24	18

注：允许最早拆侧模时间从混凝土面板形成后开始计算。

(2)拆端模：在第二天要纵向连接摊铺的工作缝端头模板的拆除时间在昼夜平均气温不低于 26℃时可不受表 4-24 的限制。如气温小于 20℃时，可按表 4-24 允许的时间进行拆除，或按实测混凝土强度与 8MPa 比较确定。此时如不能拆除端模，可空一块板重新起头摊铺。

(3)拆模时，不得损坏混凝土路面板的边、角及传力杆和拉杆周围的混凝土，也不能使传力杆、拉杆松动和弯曲变形。拆轨模时应使用专用工具拆除，以防损坏轨模。

(4)拆除的模板应尽量保持完好，及时清除粘附物和整修矫正。

**137. 小型机具配套施工水泥混凝土路面包括哪些主要工序？除拌和运输外应配套哪些机具？摊铺、振捣、饰面平整应怎样操作？**

**答：**水泥混凝土面层的小型机具配套施工主要包括的工序有：

- (1) 备料和混合料配合比设计与调整；
- (2) 测量放样；
- (3) 基层检验与整修；
- (4) 模板制作、支立，制作、安设钢筋(拉杆、和传力杆)；
- (5) 混合料的拌和；
- (6) 混合料的运输；
- (7) 混合料的摊铺；
- (8) 混合料的振捣；
- (9) 表面修整；
- (10) 接缝施工；
- (11) 养生；
- (12) 拆模；
- (13) 填封接缝。

小型机具配套施工水泥混凝土路面应配置以下机



(3)摊铺的混凝土板厚不大于 24cm 时,可一次摊铺,如大于 24cm 时,宜分两次摊铺,下层厚度宜为总厚的  $\frac{3}{5}$ 。人工摊铺时,应用铁锹反扣,严禁抛掷和搂耙。在模板附近摊铺时,应用铁锹捣几下,使灰浆捣出,以免出现蜂窝。摊铺时,混合料的坍落度宜控制在 0.5~2.0cm 之间,松铺系数宜在 1.1~1.25 之间或者经试验确定。

(4)如因故造成 1h 以上的停工,或达到  $\frac{2}{3}$  初凝时间,混合料无法振实时,对已铺好的板应设工作缝,多余的不能振实的混合料应废弃。

## 2)振捣

(1)插入式振捣:当混合料基本铺平后,便可进行振捣,不能边摊边振,以防漏振和过振。在振实断面上约 2m 设一根振动棒,根据摊铺幅宽配置振动棒数量。

①振捣时间:振捣棒在每个位置持续振动时间应以混合料全面被振动液化,粗料停止下沉,表面不再冒气泡和泛上水泥浆为度,不宜过振和少振,同一位置振捣时间不宜少于 20s。振捣器移动间距不宜大于其作用半径的 1.5 倍。模板边应离开作用半径的 0.5 倍,不碰撞模板、钢筋和传力杆。

②操作要领:插入角度宜为  $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ , 插入深度宜离基层  $3 \sim 5\text{cm}$ , 应轻插慢提, 严禁推行和拖拉振捣。在振捣过程中, 应对缺料处辅以人工补料, 并随时检查模板、钢筋、拉杆、传力杆的变形、漏浆、移位、松动等情况, 并及时纠正。

### (2) 平板式振捣板振动:

①平板振捣器布置和振动遍数: 当插入式振捣器振捣完成后, 即可开始平板式振捣, 一般平板振捣器  $4\text{m}$  宽配备一台, 根据摊铺幅宽进行配置。振动板可纵向和横向交错振动各 1 遍。

②振动操作工艺: 振动板移位时可重叠  $10 \sim 20\text{cm}$ , 在一个位置持续振动时间不少于  $15\text{s}$ , 振动板由俩人持力拉起振捣和移位, 严禁振捣板自由放置振动。移位时振动板底部和边缘泛浆厚度以  $3 \sim 5\text{mm}$  为限。发现缺料应人工补平。

(3) 振动梁振捣: 振动梁是具有足够刚度和振动力量的一个提浆整平机具, 振动时它在模板上往返平行移动  $2 \sim 3$  遍, 使表面泥浆均匀平整, 振动梁在拖振整平过程中, 凹陷处应使用原混合料填补, 严禁使用砂浆找平。多料的高处也应适当铲除, 达到石子不外露, 表面有  $3\text{mm}$  的砂浆为宜。

### 3)饰面平整

(1)滚柱整平提浆:以比路面宽度稍大的滚杠在振动梁振实后的表面上往返滚动 2~3 遍,第一遍应短距离,缓慢一进一退推滚或拖滚,以后应较长距离匀速拖滚 2 遍,并使水泥浆始终赶在滚杠前方。如因泌水而产生过稀的多余水泥浆宜清除,或是等待稀水泥浆水分蒸发到适宜时,再进行拖滚。

(2)使用抹面机压浆整平饰面,往返 2~3 遍进一步的压浆抹平。

(3)最后人工进行清边整缝,清除粘浆,修补缺边、掉角,消除抹面机留下抹痕,再用 3m 刮尺纵横各刮 1 遍。使表面无任何痕迹,平整度达到规定要求。

**要点:主要工序有十三 应配机具不可少  
按章操作最重要 路面质量第一条**

**138.轨模摊铺机的摊铺、振捣、表面整修怎样操作?**

**答:**轨道式摊铺机施工是机械化施工中最最为普通的一种方法。其施工的工序与小型机具施工方法的工序相同,只是各种工序由一种或几种机械按相同工艺要求进行操作。轨模摊铺机摊铺施工的整套机械都是

## 水泥混凝土路面施工

在轨道上移动推进,是以轨道为基准面控制路面表面高程。

### 1) 轨道模板

由于轨道和模板是同步安装、统一调整定位,将轨道固定在模板上,既作水泥混凝土路面的侧模板,也是每节轨道的固定基座,见图 4-1。

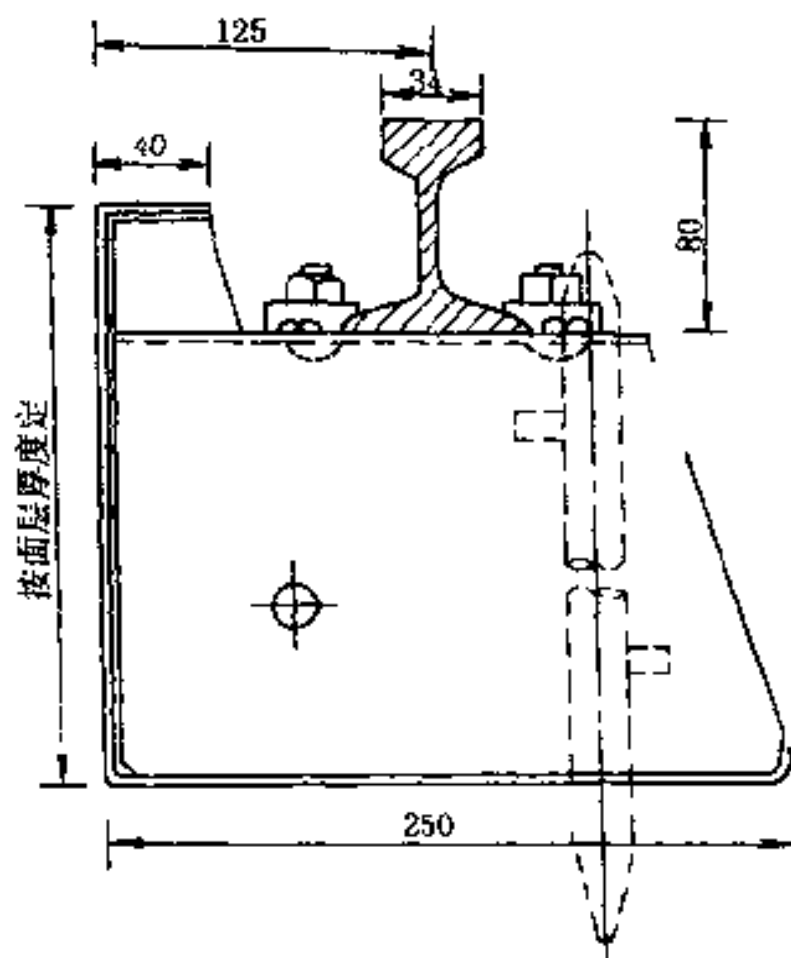


图 4-1 轨道模板 (cm)



轨道的高程控制是否精确,轨道是否平直,接头是否平顺,直接影响路面表面质量,应严格按轨道模板的质量标准和安装标准进行制造与安装,见表 4-25 和表 4-26。模板的配备量应考虑拆模周期内的周转数量。施工日平均气温  $20^{\circ}\text{C}$  以上按日进度 1 倍配置,日平均气温低于  $19^{\circ}\text{C}$  时,则应按日进度的 2 倍配置。

轨道模板的质量指标 表 4-25

项目	纵向变形	局部变形	最大不平整度 (3m 直尺)	高 度
轨道	$\leq 5\text{mm}$	$\leq 3\text{mm}$	顶面 $\leq 1\text{mm}$	按机械要求
模板	$\leq 3\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	侧面 $\leq 2\text{mm}$	与路面厚度相同

轨道及模板安装质量要求 表 4-26

纵向线形 顺直度	顶面高程	顶面平整度 (3m 直尺)	相邻轨、 板间高差	相对模板间 距离误差	垂直度
$\leq 5\text{mm}$	$\leq 3\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 1\text{mm}$	$\leq 3\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$

## 2) 摊铺

摊铺是将运料车卸在基层上或者是卸在摊铺箱内的混合料按摊铺厚度均匀地充满模板内每个角落。

### (1) 刮板式摊铺

该机能在轨模上自由地前后移动,也能在前面导



混合料的振实,可以采用振捣机和内部振捣机进行振捣。

### (1) 振捣机

混凝土振捣机是跟在摊铺机后面,对摊铺好的混合料进行再一次整平和振捣,其构造如图 4-2 所示。

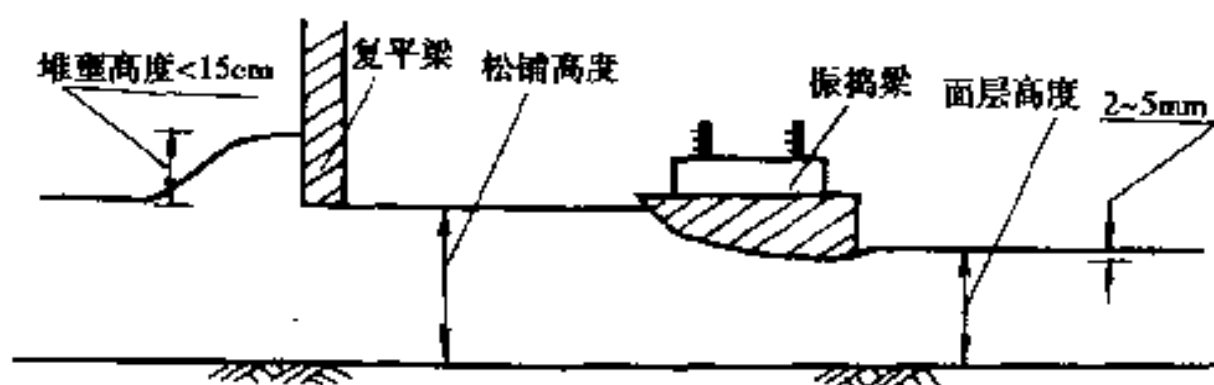


图 4-2 振捣机构造

此类型的振捣机前方设置有一道与铺筑同宽的复平刮梁,其作用是补充摊铺机初平的缺陷,更重要的是使松铺混合料在全宽度范围内达到正确高度。其后是一道全宽的弧面振动梁施振,以表面平板式振动力传到全厚度,振动频率在  $50 \sim 100\text{Hz}$  之间,属于低频振捣。振捣质量的好坏与布料的均匀性和松铺厚度的掌握关系最大。为保证路面质量,一般在施工时靠近模板边部  $1 \sim 2\text{m}$  范围内应使用插入式振捣棒协助振捣。

### (2) 内部振捣式振捣机

## 水泥混凝土路面施工

摊铺好的混合料使用内部式振捣机振捣时,主要是用并排安装的振捣棒插入混合料中,由内部振实,振捣器一般安装在有轮子的架子上,可在轨道上自行或被牵引,振捣棒有斜插入或垂直插入两种振捣方式。振捣后提浆厚度宜控制在  $3 \sim 5\text{mm}$ , 达到密实均匀的要求。

### 4) 表面修整

振实的混合料必须进一步的整平、抹光,以获得平整的表面为目的。

#### (1) 使用斜向移动修整机

该机是通过一对与机械行走轴线成  $10^\circ \sim 13^\circ$  的整平梁作相对运动来完成修整工作。

#### (2) 纵向表面修整机

使用该机整修表面时,纵向整平表面修整的整平梁在沿纵向表面滑动时,同时还在横向往返移动,在机体前面将混凝土板表面整平。其行进速度与混凝土的易修性和机械性有关。

注意在整修时应清扫模板顶和轨顶以便顺利通过,必要时使用  $3 \sim 5\text{m}$  刮尺辅以人工进行纵横向精光作业。

**要点:** 轨模摊铺有特点    结合实际来挑选  
松铺均匀最重要    振捣加强靠板边  
修整表面选好速    人工辅助更周全

### 139. 使用三辊轴机进行混合料摊铺、振实、表面整修怎样操作?

答:使用三辊轴机摊铺水泥混凝土混合料时,其工艺要求如下:

#### 1) 布料

运料车运来的混合料应由专人指挥均匀卸料,可人工布料,也可用装载机或挖掘机布料。人工布料宜使用排式振捣机前方的螺旋布料器辅助控制松铺高度。

布料的松铺视混合料的坍落度和横向坡度而定。一般混合料坍落度为 20 ~ 50mm,松铺系数为 1.08 ~ 1.22,坍落度大取低值,反之取高值。超高路段横坡高则取高值,横坡低则取低值,但不低于模板顶面。

#### 2) 振实

当混凝土混合料的布料长度大于 10m 时,就可以进行振捣作业了。使用密排振捣棒组间歇插入振实时,每次移动距离不宜超过振捣棒有效作用半径的 1.5 倍,并不大于 60cm,振捣时间宜为 15 ~ 30s。插入连续拖行振捣时,其振捣机移动速度为:

$$v = 1.5R/t$$

式中： $v$ ——排式振捣机移动速度， $m/s$ ；

$R$ ——振捣棒有效作用半径， $m$ ；

$t$ ——振捣密实所需时间， $s$ 。

排式振捣机行进速度以拌和物中粗集料停止下沉，液化表面不再冒泡，浮出水泥浆为准。

### 3) 拉杆安装

路面振实后，应立即安装拉杆。双车道摊铺时，除应在一侧侧模孔位中插入拉杆外，还应在中间纵缝部位使用拉杆插入机按设计要求在板厚中间插入拉杆钢筋，插入机每次移动距离应与拉杆间距相同。如是单车道摊铺时，只需在侧模孔位中按设计插入钢筋拉杆。

### 4) 三辊轴机的整平修面作业

(1) 三辊轴机整平修面作业时，宜分单元长度段修整，其长度一般为  $20 \sim 30m$ 。振捣工艺与平整修面两工序之间的时间间隔不宜超过  $10min$ 。

(2) 料位高点宜控制在高于模板面  $5 \sim 20mm$ ，表面应无脚印和分层离析现象，过高应人工铲除，过低应及时补料。

(3) 振动滚压遍数：在一个作业段长度内，应采用前振动，后退静滚方式作业，振动与静滚逐遍交叉进行，宜分别进行  $2 \sim 3$  遍。

(4)补料:三辊轴整平机作业时,应有专人观察混凝土表面的高低情况,过高时应人工消除,如轴下有间隙时,应采用同一作业单元内的混凝土找补。

(5)静滚:振动滚压完成后,将振动滚辊抬离模板,用整平轴前后静滚整平,使表面砂浆厚度均匀,以4mm左右为宜,平整度符合要求为止。

#### 5)饰面精平

用三辊轴整平后,还要采用3~5m刮尺人工进行纵向不少于2遍的密实饰面,推拉过程中应调整好刮尺底面与路面的接触角度,刮尺前缘应离开路面,待表面泌水蒸发消失,再使用刮板或抹刀进行1~2遍精平饰面抹光,也可以使用旋转抹面机进行2遍密实精平饰面。

**要点:**布料均匀控松高    控速振捣密实好  
拉杆插入位准确    二三十米分段平  
整后砂浆四毫米    收浆精平把好关

**140.钢纤维混凝土路面铺筑的铺筑工艺有什么特殊要求?**

**答:**钢纤维混凝土铺筑工艺除满足滑模、轨道和三辊轴机组摊铺普通混凝土路面铺筑工艺要求之外,还

应满足以下工艺要求:

(1) 钢纤维混凝土混合料无论采用哪种机械布料与摊铺, 均应保证面板中钢纤维分布的均匀性、一致性及结构的连续性, 在一块面板内的浇筑施工过程不得中断。

(2)钢纤维混凝土的布料松铺厚度应通过机械试铺确定。在拌和物坍落度相同时,应比相应机械施工方式的普通混凝土路面松铺高度高1~2cm。

(3)在已选定与拌和物相适应的摊铺方式后,在保证振实时,宜采用较低坍落度、不使钢纤维“结团”的拌和物。

(4)钢纤维混凝土路面所采用的振捣机械和振捣方式除应保证钢纤维混凝土密实外,尚应保证钢纤维在混凝土中分布均匀。在已振实的面板中,不得留下振捣棒插入振动后局部无钢纤维的空洞、坑穴或沟槽。

(5) 整平后的面板表面 1~2cm 深度内还应保证钢纤维不直立、不翘头。

(6)使用滑模、轨模摊铺时,面板振捣应采用高频或超高频振捣棒组,振捣棒底缘应严格控制在面板表面位置。不得插入路面内部振捣,不用人工插捣。而使用三辊轴机组时,应采用平板式振捣器振捣密实后,



再采用振捣梁振捣整平,同时振动梁表面应带凸棱,可将树起的钢纤维和位于表面的粗集料压下去,最后用三辊轴机表面滚压平整,待收浆后使用3~5m刮尺、抹平管、抹平梁或抹刀纵横向精平表面,使表面不裸露钢纤维,也不留浮浆。

(7)钢纤维混凝土凝结时间短,因此应抓紧压缩工艺流程所用的时间,使各工序紧凑高效,高温时应掺缓凝(保塑)高效减水剂,应使运输和摊铺成形完成时间控制在表4-28之内。

表 4-28

运输铺筑时间 施工气温(℃)	运输允许最长时间(h)		铺筑完成允许最长时间(h)	
	滑模轨道	三辊轴机组	滑模轨道	三辊轴机组
1~9	1.25	1.0	1.5	1.25
10~19	0.75	0.5	1.0	0.75
20~29	0.5	0.35	0.75	0.5
30~35	0.35	0.25	0.5	0.35

注:施工气温为日年均气温,使用缓凝剂延长凝结时间,表值可增加0.2~0.35h

(8)钢纤维混凝土必须使用硬刻槽方式制作抗滑构造,不使用麻袋、刷子和扫帚制作微观抗滑构造。

(9)钢纤维面板的切缝间距宜在5~10m之间,以

钢纤维掺量多少确定板长,掺量小取小值,反之取大值,但最长不超过 10m。

**要点:**布料钢纤要均匀 松铺厚度加两(公)分

表面振捣勿插入 紧凑施工不超时

抗滑构造硬切成 面板切缝遵常规

**141.水泥混凝土路面养生应注意什么? 采用养生剂养生时应注意哪些问题?**

**答:**当混凝土面板修整完毕后应进行养生,使路面在开放交通时具有足够的强度和质量。养生期间应注意:

(1)防止混凝土面板的水分蒸发和风干产生收缩裂缝;

(2)须采取措施减小温度变化,避免混凝土产生温度应力;

(3)应控制交通以防止人畜和车辆等损坏混凝土面板的表面;

(4)养生时间按混凝土抗弯拉强度达到 3.5MPa 以上的要求,以试验确定,通常为 14d;

(5)养生初期为减少水分蒸发,避免阳光照射、风吹、雨淋等,可采用活动网罩全面遮盖;

(6)采用洒水湿养时,可用草袋或麻袋覆盖,每天喷湿至少2~3次,也可采用养生剂养生。

当使用养生剂养生时应注意:

1)养生剂的种类及特点

养生剂主要有溶剂型、乳液型、表面硬化耐磨型及着色型等。国内多采用石蜡基、水玻璃型和聚合物单体树脂基等养生剂。其特点如下:

(1)乳化石蜡基养生剂保水率在70%~85%,不耐磨;

(2)聚合物单体树脂基保水居中,易被雨淋冲刷掉;

(3)水玻璃养生剂保水率仅为60%,硬化快,耐磨性强。

2)加厚喷洒养生剂方式

(1)施工喷洒量为 $300\text{mL}/\text{m}^2$ 原液;

(2)选择先喷水玻璃养生剂 $300\text{mL}/\text{m}^2$ ,再喷石蜡基养生剂 $300\text{mL}/\text{m}^2$ ;

(3)喷洒一层养生剂 $300\text{mL}/\text{m}^2$ ,再覆盖塑料薄膜,采用复合式养护;

(4)要求抗折强度保持率大于95%,喷养护剂养生时,强度损失应在5%以内;要求抗压强度保持率大

于 90%，喷养护剂养生时，强度损失应在 10% 以内。

### 3) 养生剂的储存稳定性

- (1) 储存 6 个月不变质；
- (2) 掺有白色颜料，不沉淀、不结块、不结皮；
- (3) 干燥后，再浸水 2h 后不得再溶解。

### 4) 喷洒养生剂应注意的问题

(1) 使用压力泵(泵压 0.5 ~ 1.0MPa)，配有拉毛养生机，边走边喷，工作压力为 0.4 ~ 0.8MPa；

(2) 在混凝土路面接近初凝时喷洒，并注意压缩机压力大小，喷头距路面高低，有风和无风。要求养护剂不被风刮走；但也不能在混凝土表面留下小麻点。人站在上风头，喷头高度在 30 ~ 50cm，均匀喷洒，不偏喷。

(3) 夏天喷洒掺有白色颜料的养生剂，冬季喷洒掺有黑色颜料的养生剂。这样，一作为标记，保证不漏喷；二作为夏天反射降温，冬天吸热。

要求养生剂的颜色应能褪色。

不得稀释喷洒养生剂，也不准用农药喷雾器喷洒。

### 5) 养生时间

根据混凝土弯拉强度增长情况而定，养生时间以混凝土弯拉强度不小于设计弯拉强度的 80% 为宜，一

般养生时间为 14 ~ 27d,不得少于 14d,桥面养生不少于 21d,掺粉煤灰的混凝土应加强养生,应不少于 28d。

**要点:养生重要莫忽视 抓着要点记六条  
薄膜喷洒式养生 控好时间最要紧  
养护质量在喷洒 细心操作质量高**

#### 142. 水泥混凝土路面夏季施工应注意哪些问题?

**答:**1)混凝土坍落度损失控制措施:

(1)使用缓凝减水剂、缓凝剂或保塑剂。但不得使用高效减水剂。

(2)加强管理,统一指挥,发现问题要及时,调度灵活,处理果断准确。

(3)保证运输道路畅通无阻。

(4)备好各种机械易损配件,发现故障,及时排除,使机械正常运转。

2)温差裂缝控制措施:

(1)降低搅拌温度,在任何气温下,水泥进罐温度不大于 55℃,搅拌温度不高于 35℃,水泥本身引起温度升高不大于 3℃。

(2)热天施工使用低热水泥,禁止使用 R 型早强

水泥。

(3)砂、石料采取遮阳、淋水降温措施。

(4)可使用井水、冰水降温。

(5)避开中午施工,可在夜间施工。

(6)夜间路面要覆盖保温,石英岩混凝土允许温差不大于  $10^{\circ}\text{C}$ 。

石灰岩混凝土允许温差不大于  $20^{\circ}\text{C}$ 。超过此温度时要覆盖保温。

白天气温高于  $35^{\circ}\text{C}$ ,夜间气温低于  $30^{\circ}\text{C}$ 时,采取保温防裂措施,否则温度裂缝无法避免。

(7)掺粉煤灰降低水化热峰值,延长水化时间。

**要点:保障混凝土工作性 抽检频率不可少**

**温差控制是关键 保温防裂质量高**

### 143.水泥混凝土路面雨季施工应注意哪些问题?

**答:**水泥混凝土路面雨季施工应注意:

(1)重视天气预报,科学组织,调整计划,准备好应急措施;

(2)搭设防雨棚,避免路面被冲刷;

(3)搅拌站设防雨棚,场地排水通畅;

(4)运输、摊铺、制作软抗滑构造前,路面不准被雨

水冲出砂粒;

(5)砂、石含水量变化应及时调整,确保混凝土浇筑质量。

**要点:**防雨设施提前做 统一指挥调度灵  
设计要求不能改 及时调整防隐患

**144.水泥混凝土路面在春秋多风季节施工时应注意什么?**

**答:**水泥混凝土路面在施工后 45min ~ 4h 之间最易出现杂乱或定向裂缝,在春秋多风季节尤甚。为此,施工时应注意以下事项:

(1)蒸发率超过  $0.6\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  时,必须采取喷洒养护剂的措施,以便控制混凝土蒸发率临界值  $= 0.5\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ;

(2)当风速大于  $5\text{m}/\text{s}$  时,路面必定开裂无疑,应立即停工;

(3)采用低砂率,提高混凝土抗裂能力;

(4)路面施工必须设防风蒸发设施。

**要点:**缩缝产生蒸发快 对症控制是关键  
喷洒护液防蒸发 风速超临即停工

### 145. 水泥混凝土路面板缝有哪些类型？怎样施工？

答：1) 纵缝的种类及施工方法

纵缝分为纵向缩缝和纵向工作缝两种。

#### (1) 纵向缩缝

使用滑模、轨道模、三辊轴机组一次摊铺两个以上车道宽度的路面板，均应设置纵向缩缝，其位置宜按车道宽度设置成与中线平行。拉杆靠机械配备的中间拉杆插入装置在摊铺过程中自动按间距压入，采用假缝拉杆型结构，假缝上部的槽口采用硬切缝法施工切出。

#### (2) 纵向工作缝

当使用滑模机、轨模机、三辊轴机组和小型机具一次性摊铺宽度小于路面总宽度时，应设纵向施工缝，位置应与车道线一致，其构造采用平缝加拉杆型。当板厚大于 25cm 时，用企口形纵向施工缝。当该种纵缝设计在有横坡的路面上时，应插拉杆。纵向施工缝的拉杆，如使用滑模施工时应先在先铺筑的面板的侧边上，使用滑模摊铺侧向拉杆装置插入。横向连接摊铺前，调直拉杆再摊铺。如采用轨模机、三辊轴机组、小型机具施工时，应在振实过程中以侧模预留孔中扶正插入拉



杆,在拆侧模时严禁碰撞和松动。

## 2) 横向接缝的种类及施工方法

横缝分为横向工作缝、胀缝和横向缩缝三种。

### (1) 横向工作缝的施工

①全部缩缝加传力杆支架施工时,在传力杆中间切缝,再用手工凿除下部的混凝土,注意防止损伤上部缝壁。

②也可以软作横向施工缝,在起终点设端头模板,后由人工修整平。

③横向工作缝宜设在胀缝或缩缝处。

### (2) 胀缝施工

滑模、轨道摊铺机或三辊轴机组的胀缝施工宜采用“前置胀缝支架施工法”。即将胀缝板,传力杆、传力杆帽及补强钢筋网加工成完整组件,施工时牢固地安装在胀缝位置,让摊铺机连续通过。摊铺时注意三点:

①胀缝支架应固定牢固,不允许变形和位移;

②振捣棒的最低位置应高于胀缝板的顶面;

③胀缝板的位置应准确标记,以便软嵌上部木条时拔出胀缝板。

小型机具和三辊轴机组施工路面胀缝时,也可以用与横向工作缝施工中②③相同的施工法施工。

### (3) 横向缩缝施工

素水泥混凝土路面的横向缩缝有带传力杆和不带传力杆两种。缩缝一般以硬切缝或软切缝施工。

### ①传力杆插入方式

a. 插传力杆缩缝施工,多采用前置预制支架法。

b.有插入传力杆的摊铺机械可使机械按设计位置自动插入法施工。

### ②缩缝的切缝施工

a. 切缝时间: 切缝时间以混凝土的温度小时计 ( $200 \sim 300^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$ ), 宜早不宜晚, 其最佳时间是夜间 1 ~ 4 点切完前一天铺筑的路面, 气温低的季节硬切缝不行时, 可用软切缝机提前切。

b. 切缝深度一般控制在板厚的  $1/3 \sim 1/4$ 。

③切缝宽度以 3 ~ 5mm 较好。

### 3)板缝的填筑

(1) 清洁接缝: 清除锯缝里的残渣, 使缝壁清洁干燥, 检验缝壁, 以擦不出灰尘为可灌缝标准。

(2)灌缝施工:

①使用常温式聚氨脂和硅树脂等填缝料时,按规定比例将两组份材料(1h 灌量)混合均匀,并应随拌随用,冬天养生 24h,夏天养生 6~12h。当使用加热式施

工填缝料时,应将填缝料加热至规定温度,加热过程中不断搅拌均匀,将填缝料融化并保温使用,填缝高度宜为 2~3cm。

②嵌缝施工:将粘结剂均匀涂在缝壁上半部(1/2 以上深度)形成一层连续的约 1mm 厚的粘结剂膜,以使紧密粘结不渗水。缝条在嵌入时,在长度方向应保证不拉伸、不压缩的自然状态。在宽度方向应压缩 40%~60% 嵌入。填缝高度宜为 2.5cm,养生 12~48h。当粘结剂固化后,将两端多余的缝条切除,并用闭孔海绵塞住填缝条的两通孔。

**要点:**路面接缝应做好 使用性能才会高  
施工按照要求做 路面质量方能保

#### 146.路面抗滑构造的作用是什么? 如何施工?

答:1)微观抗滑构造

水泥路面的微观构造是潮湿状态下路面的侧向摩擦系数,是雨天高速行驶保证安全的技术措施。机械施工时,在摊铺机后设钢支架,拖挂 1~3 层叠合麻布、帆布或棉布,洒水湿润后,软拖制作微观抗滑构造,也可以使毛刷人工拖拉制造。

2)宏观抗滑构造

宏观抗滑构造的主要作用是雨天行车横向排水,其施工有软做抗滑构造和硬刻宏观构造两种方法。

软做宏观抗滑构造施工,一般滑模摊铺机配有塑性拉毛机拖槽。制造宏观抗滑构造无拉毛机时,可用人工拉槽施工。在混凝土表面泌水完毕 20 ~ 30min 内应及时拖槽,槽深 2 ~ 3mm,槽宽 3 ~ 5mm,横向间距 15 ~ 25mm。

使用刻槽机硬刻宏观构造,硬刻槽宜在摊铺 3 ~ 14d 内完成,最小整刻宽度不小于 50cm。刻槽机质量宜大不宜小。

**要点:抗滑构造为抗滑 坚固耐磨质当先  
严格要求精心做 行车才能保安全**

**147.碾压混凝土有哪些主要工序? 其施工机械的选型与配套应满足什么要求?**

**答:**碾压混凝土路面施工的主要工序有:

- (1)碾压混凝土拌和;
- (2)混合料的运输;
- (3)卸料;
- (4)摊铺;
- (5)打入拉杆;

- (6)钢轮初压;
- (7)振动压路机复压;
- (8)轮胎压路机终压;
- (9)抗滑构造施工;
- (10)养生;
- (11)切缝;
- (12)填缝。

碾压混凝土选型配套的要求是:

1)碾压混凝土摊铺机及辅助设备

(1)自动找平和高密度熨平板大型沥青摊铺机 1~2 台;

(2)配备整体式抗滑料的布料装置;

(3)射枪式拉杆设置装置。

2)压实机械

(1)10~12t 振动压路机 1~2 台;

(2)15~25t 轮胎式压路机或水平振动压路机, 1 台;

(3)1~2t 小型振动压路机 1 台。

3)表面抗滑纹理制作机

碾压混凝土抗滑构造专用砂浆刷除机 1~2 台。

4)其他机械

搅拌站、自卸运输车、锯缝机、灌缝机、发电机等，与普通混凝土路面机械施工基本一致，不赘述。

**要点：施工工序十二道 道道都要严格执行  
机械配套不可少 施工质量才能保**

**148. 碾压混凝土面层铺筑应做什么准备？摊铺作业需要满足什么要求？**

**答：**(1) 设置摊铺基准线，可按照滑模摊铺机基准线设置方法设置。

(2) 根据混凝土配合比、施工机械经试铺试验确定松铺系数，一般宜在 1.05 ~ 1.15 之间。

(3) 培肩或安装模板。在无侧模时，应先培肩，宽度应超出路面设计宽度 10 ~ 20cm。培肩材料应进行适当压实，培肩速度与摊铺进度适应，也可架设侧模板。

(4) 摊铺前检查验收基层，达到要求后，在开始摊铺前应洒水湿润。

碾压混凝土面层摊铺需要满足的要求是：

(1) 摊铺作业时，应保证供料连续，料位高度宜保持在布料器中心轴以上叶片 2/3 处，使摊铺作业均匀连续进行。在摊铺过程中不得随意改变速度或停机。

(2)摊铺速度:可根据摊铺宽度、厚度和机械配套能力计算确定,一般宜在  $0.6 \sim 1.0\text{m}/\text{min}$  范围之内。

$$v = 100 Q \eta / 60 b h$$

式中:  $v$ ——摊铺速度,  $\text{m}/\text{min}$ ;

$Q$ ——拌和机产量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$\eta$ ——机械效率系数一般为  $0.85 \sim 0.95$ ,一台拌和取低值,多台拌和取高值。

$b$ ——摊铺宽度,  $\text{m}$ ;

$h$ ——摊铺厚度,  $\text{m}$ ;

(3)拉杆放置应与摊铺同步进行,并根据设计间距设定明显定位标记,保证在拉杆设计位置准确打入拉杆。

(4)弯道作业时,应及时调整左右两侧分料器的转速,保证两侧供料平衡。如有超高横坡时,应保证路面摊铺时超高部分供料充足。

(5)摊铺完后,应立即检查是否有局部离析,应湿筛砂浆弥补,局部缺料应及时补料,整平后方可进行下道工序。

(6)摊铺厚表面应及时覆盖,防止水分蒸发,影响压实工作。

**要点:**准备工作细心做    摊铺连续速度匀  
同步定位设拉杆    弯道超高料供足

### 149. 碾压混凝土面层的压实工艺怎样操作?

答:碾压混凝土面层的碾压工作应分段进行,段长一般 30 ~ 40m 为一段。当摊铺达段长要求后应及时碾压。碾压方式与其他路面的方法相同,直线由两侧向中心碾压,曲线由内侧向外侧碾压。

(1)初压时应使用钢轮压路机或关闭振动的振动压路机静压,每次重叠 1/4 钢轮宽度,压 2 遍;

(2)复压时,在初压结束后,采用振动压路机启振碾压,重叠 1/3 碾压宽度。振动碾压时,起步、倒车和转向应缓慢,严禁振动压路机中途急停、转急弯、紧急起步及快速倒车,应先启动后启振,先停振后停车。碾压 2 ~ 6 遍,压至规定压实度,通过现场检查达到要求为准。

(3)终压使用轮胎压路机进行静压,终压遍数应以弥合表面微裂纹和消除轮迹为准。一般 2 ~ 8 遍,具体遍数视现场检验效果确定。

(4)初压、复压、终压作业应紧密衔接,一气呵成,中间不停顿、等待和拖延,达到能缩短全部碾压作业完成时间。应防止表面局部晒干或吹干,如有局部晒干和风干现象,应及时喷雾保证碾压质量。



(5)碾压混凝土完成后应进行以下质量检查:

①密实度检查以核子密度仪和钻芯取样检查为依据;

②平整度检查使用 3m 直尺现场检测,达到所规定的要求;

③板厚度和均匀性检查也应符合规定要求;

④碾压混凝土表面不得有微裂缝和碾压楞槽、台阶、轮迹、印迹。

**要点:**路面成形分段压 三四十米为一段

初压静压叠轮压 两遍压完接复压

变压振动二至六 达到要求止终压

消除微裂与轮迹 检查合格停止压

### 150. 碾压混凝土表面抗滑构造怎样施工?

**答:**碾压混凝土表面抗滑构造可以使用水泥路面硬刻槽的方式制作,也可以使用缓凝裸露集料法制作抗滑构造。缓凝裸露集料法制作抗滑构造的步骤是:

(1)当碾压混凝土终压完成后,立即按照试验确定的浓度和喷洒剂量喷洒缓凝剂在面板表面;

(2)喷洒缓凝剂后,立即覆盖保温;

(3)等到试验确定间隔时间(一般 8 ~ 12h)后,进

行一次表面喷水,使之处于湿润状态时,使用除浆机除浆。

(4)及时将除浆机刷拌的砂浆清除出路面,并立即恢复保温养生。

**要点:**抗滑制作喷缓凝 表面覆盖等缓凝  
到时洒水湿表面 除浆清刷构造

### 151. 碾压混凝土面层接缝怎样施工?

**答:**1)碾压混凝土面层纵缝施工

碾压混凝土面层宜一次全幅摊铺,凡是需设纵缝的位置均设置拉杆,纵缝采用锯缝机硬切制作,切缝深度应为板厚的  $1/3 \sim 1/4$ ,缝宽  $4 \sim 6\text{mm}$ 。最后按普通混凝土要求灌缝。

2)横向缩缝施工

横向缩缝采用不设传力杆的假缝形式,在缩缝的位置,在切缝时不啃边的前提下,尽早使用锯缝机锯切,一般宜  $20 \sim 35\text{h}$  切缝,切深为板厚的  $1/5 \sim 1/4$ ,缝宽  $4 \sim 6\text{mm}$ ,灌缝同普通混凝土。

3)横缝的施工

碾压混凝土横向施工缝的操作方法是:

(1)在施工的终点放一个斜坡,便于碾压;

(2)碾压结束后,将平整度合格部位以外斜坡刨除;

(3)第二天摊铺开始时,后退 15 ~ 20cm 切割施工缝,切深 8 ~ 10cm,将缝外侧混凝土刨除,形成台阶;

(4)在连接摊铺前涂刷水泥浆后,纵向连接摊铺新面层。

#### 4)胀缝施工

##### (1)混凝土枕垫式胀缝施工

①在基层胀缝部位挖枕垫槽,断面尺寸为 12cm 深,120cm 宽,长度与摊铺宽度一样尺寸;

②浇筑 C15 枕垫混凝土,振实并整平表面;

③当枕垫混凝土硬化后,铺沥青砂或垫油毡滑动层;

④按正常碾压混凝土面层施工工艺连续施工通过胀缝位置;

⑤全深度切胀缝部位两刀,宽度 2.5cm,把面板完全切开,并挖除胀缝内的混合料;

⑥在胀缝槽内插入厚度不大于 2.5cm,的路面全宽贯通的胀缝板,板顶距路面 2 ~ 3cm,灌注胀缝填料。

##### (2)钢板枕垫式胀缝施工

①在基层上设置胀缝位置处按钢垫板断面尺寸

## 水泥混凝土路面施工

14-0000000000000000

(厚 3 ~ 5mm, 宽 60 ~ 120cm)挖放浅槽;

②在槽内铺设钢垫板并整平, 表面涂一层沥青或黄油作滑动垫层;

③以后工序与混凝土枕垫式胀缝施工相同。

**要点:**纵缝施工全切成    横缝施工形式多  
按照要求精心做    接缝质量才能保



## 五、桥涵施工

QIAO-HAN SHI-GONG

### 相关链接:

《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—2000)/交通版

《公路施工手册—桥涵》/公路一局主编/交通版

《公路桥涵施工技术规范实施手册》/刘吉士编著/交通版

《公路小桥涵手册》/河北交规院/交通版



### 152. 钢筋进场后应如何妥善保管?

**答:**钢筋应存放在仓库或料棚内,不得直接堆置在地面上,必须用混凝土墩、砖或垫木垫起。工地临时保管钢筋时,应选择地势较高、地面干燥的露天场地;根据天气情况,必要时加盖雨布;场地四周要有排水措施;钢筋在运输和储存过程中,应避免锈蚀和污染。要划分不同钢筋堆放区域,每堆钢筋应立标签或挂牌,标示其品种、等级、直径、技术证明、编号及整批数量等,不得混杂。

**要点:**立牌易识别 防锈是关键

### 153. 钢筋进场后应进行哪些质量检验? 不同规格的钢筋混料后应如何处理?

**答:**钢材应有出厂质量证明书或试验报告单,每捆(盘)均应有标示牌,进场钢材应按批号及直径分批验收,验收内容包括对标牌、外观进行初验,并按规定抽取试样进行屈服强度、抗拉强度、伸长率和冷弯性能等试验,合格后方可使用。钢筋在加工过程中发现脆断、焊接性能不良或机械性能显著不正常时,应进行化学成分检验或其他专项检验。



不同规格的钢筋在工地发生混料情况后,应立即检查并进行清理,重新分类堆放;已发出去的混料钢筋应立即追查,并采取防止事故的措施。

**要点:**每批须验收 抽查测性能 混料及时清

#### 154. 钢筋在下料加工前应做哪些工作?

**答:**钢筋在下料加工前,首先应对施工图中各种规格的钢筋长度和数量进行认真核对;其次,应对钢筋进行调直,必要时对钢筋进行除锈,使钢筋保持洁净。

调直可采取人工调直或机械调直的方法。

钢筋除锈一般可采取两种方法:

(1)在钢筋冷拉和钢丝调直过程中除锈;

(2)通过机械方法进行除锈。采用电动除锈机对钢筋的局部除锈较为方便,效果好。喷砂除锈效率高,适用于大批量直钢筋除锈。

在除锈过程中,如发现钢筋表面锈斑鳞落现象严重,并已损伤钢筋截面,或在除锈后发现钢筋表面有严重的麻坑、斑点伤蚀截面时,应降级使用或剔除不用。

**要点:**规格、长度、数量需核对  
调直、清污、除锈有必要

## 155. 钢筋在加工成形时应注意哪些问题?

答:钢筋下料切断前,应遵循长短搭配、统筹排料和减少损耗的原则进行配料计算,并预先确定各种形状钢筋下料长度调整值。为画线简单和操作可靠,要根据实际成形条件(弯曲类型和相应的下料调整值、弯曲处曲率半径、扳距等)制定一套画线方法以及操作时搭扳子的位置规定备用。一般情况可采用以下画线方法:画弯曲钢筋分段尺寸时,将不同角度的下料长度调整值在弯曲操作方向相反一侧长度扣除,画上分段尺寸线。形状对称的钢筋,画线要从钢筋的中心点开始,向两边分画。扳距大小应根据钢筋弯制角度和钢筋直径确定,可参考表 5-1 的数值。

表 5-1

弯制角度	45°	90°	135°	180°
扳距	$(1.5 \sim 2)d$	$(2.5 \sim 3.5)d$	$(3 \sim 3.5)d$	$(3.5 \sim 4)d$

注:表中  $d$  为钢筋直径。

在进行成批钢筋弯曲操作前,应做各类型弯曲钢筋段的样板,各类型的弯曲钢筋都要试弯一根,然后检查其弯曲形状、尺寸是否与设计要求相符,经过调整后作为标准件再进行成批生产。

**要点:配料管理有原则**

**成批加工应试弯 操作方法要正确**

**156. 钢筋焊接有哪些质量要求? 不同的焊接方式应采用何种焊条?**

**答:**热轧钢筋的焊接有条件时应优先采用电阻对焊,也可用电弧焊(搭接焊、帮条焊及坡口焊)。

焊接前,钢筋端头应除锈及除污物,端头弯曲须切除,对Ⅱ、Ⅲ级钢筋采用预热闪光焊时,做到一次闪光闪平为准;预热充分,频率要高;二次闪光,应短、稳、强烈;顶压过程快而有力;负温(不低于 $-20^{\circ}\text{C}$ )条件下闪光焊时,施焊完毕,应采用石棉保温措施降温。电焊工必须持证上岗。

**1) 闪光焊接质量要求**

表面无裂纹和烧伤,轴线曲折不大于 $4^{\circ}$ ,偏移不大于 $0.1d$ ( $d$ 为钢筋直径),并不得大于 $2\text{mm}$ 。

接头抗拉强度同该级钢筋要求;断裂位置应位于焊缝两侧 $20\text{mm}$ 以外;冷弯后横向裂纹不大于 $0.15\text{mm}$ 。

**2) 电弧焊接质量要求**

焊接表面平顺,无裂缝、灰渣,气孔数量及大小应

符合规定,无明显烧伤,无弧坑,焊缝尺寸符合规定(双面焊缝为  $5d$ ,单面焊缝为  $10d$ )。

钢筋接头在施焊前应采用相同的材料、焊接条件与参数,制作 3 个试件进行试验检查,合格后,方可正式施焊。

### 3) 焊条规格

应符合国家标准,如合同无特殊要求时,可按表 5-2 选用。

表 5-2

钢筋级别	帮条焊接搭接	坡口焊熔槽,帮条焊,预埋穿孔塞焊	窄间隙焊	钢筋与钢板焊预埋件 T 形角焊	注
I	E4303	F4303	E4316、E4315	E4303	窄间隙焊不适用于余热处理 III 级钢筋
II	F5003	E5003	E5016、F5015	F4303	
III	E5003	F5503	E6016、E6015	—	

**要点:**闪光焊接省材料    操作要点掌握好  
准备工作最重要    弧焊方法最简单  
焊条种类要选好

### 157. 钢筋连接有哪几种?

**答:**钢筋连接一般可分为绑扎搭接、焊接和机械连

接三大类。钢筋焊接可分为闪光焊、电弧焊、点焊、电渣压力焊、气压焊。钢筋机械连接有钢筋套筒挤压接头、镦粗、螺纹接头和锥螺纹接头。

**要点:**钢筋连接有三类 绑扎焊接和机械  
各类性能均不同 施工人员应掌握

### 158. 钢筋绑扎与骨架拼装的施工要点有哪些?

**答:**钢筋绑扎与骨架拼装遵循以下施工要点:

(1) 受力钢筋的接头应设置在内力较小处,并错开位置布置。

(2) 同一根钢筋应尽量少设接头;绑扎钢筋的接头,要求两接头间的距离不得少于 1.3 倍的搭接长度。

(3) 接头长度区段内受力钢筋接头面积的最大百分率见表 5-3。

表 5-3

接头形式	接头面积最大百分率(%)	
	受拉区	受压区
主钢筋绑扎接头	25	50
主钢筋焊接接头	50	不限制

(4) 接头与钢筋起弯处的距离不得小于  $10d$ , 其接

头位置也不得设在构件的最大弯矩处。

(5)受拉区钢筋绑扎接头长度按表 5-4 执行,受压区钢筋搭接长度按受拉区的 0.7 倍计算。

表 5-4

钢筋种类	混凝土强度等级		
	C20	C25	C30
I 级钢筋	$35d$	$30d$	$25d$
II 级钢筋	$45d$	$40d$	$35d$
III 级钢筋	$55d$	$50d$	$45d$

注:①当使用 II、III 级钢筋直径大于 25mm 时,表中数值加 5d;

②当用螺纹钢筋直径小于 25mm 时,表中数值减 5d;

③在任何情况下,搭接长度受拉区不小于 300mm,受压区不小于 200mm。

(6)骨架的焊接与拼装应置于坚固的工作平台上,骨架须具有可靠的刚度和稳定性,使运输、吊装和混凝土浇筑过程中不发生变形。

(7)拼装前应检查每个焊点的质量,发现开裂或遗漏要及时补焊。

(8)在平台上按 1:1 放大样,拼装时用楔形卡卡紧,防止局部变形。先点焊,后施焊。

(9)施焊顺序由中到边,对称向两边进行,先焊骨

架下部,再焊上部;相邻区段用跳焊,随时除渣;不得顺方向一次施焊。

(10)金属绑丝线头长度不应大于 15mm,不宜朝向保护层。

**要点:**接头布置按规定 认真检查最重要  
骨架拼装要稳定 焊点顺序要记牢

### 159. 钢筋的挤压连接操作应注意哪些问题?

**答:**操作人员必须持证上岗。挤压前应将钢筋端头的锈皮、泥砂及油污等清理干净,并将钢筋与套筒进行试套,如果钢筋端头有马蹄、弯折或纵肋尺寸过大的情况,要预先矫正或用砂轮打磨,同时要认真检查挤压设备的状况是否正常,进行试压并制作试件进行检验,确定挤压技术参数,符合要求后方可进行作业。

挤压操作时要在钢筋连接端画出明显定位标记,按标记来检查钢筋插入套筒内的深度,钢筋端头距离套筒中点的长度不宜超过 10mm;挤压宜从套筒中央开始,依次向两端进行,并使挤压机与钢筋轴线保持垂直。挤压机的使用要严格遵守操作规程,禁止对高压油管进行负重拖拉或弯折;在高空进行挤压操作时,必须遵守有关的安全操作规程,防止发生事故。

**要点：操作人员须有证 准备工作不可少**  
**有关规程严遵守 连接长度要确保**

### 160. 为什么要保证保护层厚度？

答：保护层的厚度对保持钢筋与混凝土的握裹力，防止钢筋生锈、保证结构的耐久性等都具有重要的作用，因此必须要保证保护层的厚度。当设计未明确提出时，一般情况下应按表 5-5 控制。

表 5-5

名 称		位 置	保护层厚度(mm)
钢筋混凝土梁		主筋侧面	$\geq 25$
		主筋底面	30 - 50
		箍筋,防裂层	$\geq 15$
预应力混凝土构件	(先张法)	预应力钢筋	$\geq 25$
	(后张法)	侧面,顶面	$\geq 35$
		底面	$\geq 50$
板		主筋	$\geq 20$
		钢筋网上、下层 钢筋混凝土	$\geq 15$
柱、墩、台		受力钢筋侧面	$\geq 25$
混凝土肋式桥台		钢筋	$\geq 30$
涵管		钢筋	$\geq 20$



**要点:** 钢筋须有保护层 各种结构有差异  
要保结构耐久性 保护厚度必须留

### 161. 模板制作有哪些基本要求?

**答:** 根据设计图纸的构件尺寸逐一核对, 无误时, 方可制作或拼装模板; 模板应具有足够的强度、刚度和稳定性; 板面平整、光洁, 尺寸准确, 接缝严密; 受力明确, 装拆方便, 保证安全; 模板配件符合有关规定要求, 并经检验合格方可使用; 宜选用钢模组合模板或定型组合模板。

**要点:** 材质要选好 平整最重要  
尺寸应准确 严密接缝好

### 162. 模板安装要注意哪几点?

**答:** 模板安装要注意以下几点:

- (1) 模板安装基础要坚实、平整。
- (2) 模板内侧应涂刷无污染的隔离剂, 不得涂刷废机油。
- (3) 拼装尺寸符合设计要求并联结牢固。
- (4) 在安装过程中必须设置防倾覆措施。
- (5) 模板与脚手架之间不得相互联结(模板与脚手

(6) 纵横带木间距布置应合理, 固定拉杆以拨出的形式为宜; 金属拉杆以未拔出处理。

(7)检查模板的平面位置及顶点标高,各结点的联结及纵横向稳定等情况,逐项检查并做好记录,发现问题要及时纠正。

**要点：模板安装要牢靠      纵横稳定最重要**  
**支架模板两分离      标高尺寸控制好**

### 163. 空心构件中芯模的定位要点有哪些?

答:空心构件中芯模的定位要求如下:

### 1) 胶塞芯模

使用前要进行漏气检查,钢丝头要弯向内侧;每次使用完毕须清洗干净,防止日晒并不得与酸、碱、油等有害物质接触;从混凝土浇筑开始到气囊放气时止,其充气压力应保持稳定;在浇筑过程中应防止气囊上浮或偏位,必须用定位箍筋或压条与底模连接并固定;对称、平衡地浇筑混凝土;以混凝土强度控制气囊拆除时间,以不损伤混凝土为度。

## 2) 组合芯模

组合芯模一般由多节构成,每节由几块模板拼成,便于组装和拆除,并要防止灰浆渗入板缝中,其接头可用胶带纸密封,拆除时间以不损伤混凝土为度。组合芯模固定应牢固,也要采取防止上浮的措施。

### 3)其他新材料

采用其他新材料(如玻璃钢)应保证混凝土在浇筑过程中不漏浆,在达到规定的强度前芯模不变形、不漏浆。

**要点:胶囊芯模勤检查 防止污染最重要  
定位控制防上浮 均衡浇筑布置好**

## 164. 拆除模板有哪些要求?

**答:**模板拆除期限要掌握的原则如下:

(1)模板、支架和拱架的拆除应根据结构特点、部位和所达到的强度来决定。

(2)非承重模板的拆除应保证混凝土强度达到2.5MPa以上。

(3)承重模板、支架和拱架的拆除,应使混凝土强度达到能承受自重和其他可能叠加的荷载。

(4)构件跨度小于4m时,强度须达到设计强度的50%以上。

(5) 构件跨度大于 4m 时, 强度须达到设计强度方可拆除。

(6) 如采用早拆模板体系应遵守有关规定。

拆除承重模板预估期限见表 5-6。

表 5-6

达到设计强度 (%)	水泥品种	强度 等级	昼夜平均温度(℃)					
			+ 5	+ 10	+ 15	+ 20	+ 25	+ 30
50	硅酸盐、 普通硅酸盐	52.5	6.5	5	4.2	3	3	2.5
	矿渣	42.5	17	13	9.5	6	4	3.0
100	硅酸盐、普通 硅酸盐	52.5	4.1	36	32	28	19	15
	矿渣	42.5	56	47	39	28	26	19

注:①本表为 C20 以上的一般混凝土, 拆除期限以天(d)为单位。

②普通水泥强度等级小于或等于 42.5 的混凝土, 拆除时间要适当延长。

**要点: 拆除模板应慎重 强度控制为原则**

**缺乏经验不蛮干 遵守规定是上策**

165. 采用梁式支架方案设计应注意哪些问题?

答: (1) 一般的梁式支架可采用型钢、万能杆件、贝

雷片等材料和设备,选用时应优先考虑利用本单位现有的材料和设备。

(2)施工前对梁式支架、构件、支座、地基基础均应进行设计计算,确保在施工过程中支架、基础、地基有足够的强度、刚度和稳定性,且变形值应在允许范围内。

(3)设计时要满足:

①施工期间周围环境对临时承重结构的要求,如,通航高度、冰凌汛、风载、流水压力、施工水位、净高等。

②上部永久性结构物和设计单位对临时承重结构的要求,如挠度、温度变形等。

③现场施工对临时结构物的要求,如浇筑顺序、支架拆除方案等。

④梁式支架的挠度根据跨径的大小可取 $(1/400 \sim 1/600)L$ 。

⑤如采用万能杆件或贝雷桁架做纵梁,要按支墩处的支反力验算该处竖杆的强度和稳定性。据经验得知,支点处的竖杆常常需要加固。

**要点:强度高 受力好**

**基础牢 不会倒**

## 166. 如何考虑梁式支架模板的预设拱度?

答:(1)梁式支架的跨中预拱度总值:支架梁的挠度(弹性、非弹性)+支点基础的沉降量+支架上面的支架模板系统的弹性、非弹性变形+结构设计提供的梁式支架跨中和相邻支点挠度值差。

(2)支点处的预拱度总值:支点基础的沉降量+支架上面的支架模板系统的弹性、非弹性变形+结构设计提供的在该点的挠度值。

(3)其他处的预拱度值可用梁式支架跨中预拱度总值和相邻支点处的预拱度总值(两相邻支点处的预拱度总值)按二次抛物线或直线内插法计算。

(4)对于大跨度、连续梁、高墩、高支架还应考虑由于混凝土收缩和温度变化引起的挠度变化。

(5)满堂红支架的预拱度设计同(2)。

**要点:**预设拱度很重要 各种因素要想到

## 167. 现浇混凝土支架在什么情况下应进行预压?

答:为保证结构的完整和良好性,支架必须满足强度、变形和稳定性要求,同时要求支架必须设立在有足够承载力和沉降量小于规定值的地基上。

一般地说,可通过对设计方案比较、材料的选用使支架的强度、变形和稳定得到满足。如对地基进行充分的处理(如混凝土桩基)或让支架基础处在很好的地基上,也可保证地基的变形小于 10mm 或两点之差小于 1/400,满足施工要求。

对于一般的软弱地基有时经简单的处理后,虽然强度可得到满足,但仍可能出现以下情况:

- (1)很难正确地估计其沉降量;
- (2)经过计算产生的沉降量偏大;
- (3)施工中不采用分段浇筑;
- (4)每次浇筑时间太长,超过初凝时间。在以上情况下,必须对支架进行预压以消除非弹性变形和基础受力后的绝大部分沉降,同时可以得出试验的基本数据及大致规律,用来估计预拱度值。

**要点:软弱地基搭支架 沉降问题应重视  
安全质量要保证 加载预压是办法**

### 168. 水泥混凝土拌制时的要点有哪些?

**答:**水泥混凝土配料时,配料偏差必须符合规范要求。要经常检查集料的含水量,及时调整材料用量;水泥混凝土的最短搅拌时间:当强制搅拌时为 90s;自落

搅拌时为 120s。对掺有混合材料及外加剂的水泥混凝土,净拌时间应较常规增加 30s,以确保水泥混凝土拌和的均匀性。

水泥混凝土搅拌完毕后,应在搅拌地点和浇筑地点分别取样检测坍落度,每一工作班或每一单元结构物不应少于两次。在检测坍落度的同时,还应观察水泥混凝土拌和物的粘聚性、保水性及和易性是否能满足工艺要求。

掺用高效减水剂或速凝剂的水泥混凝土,运距较远时,可运至浇筑地点再掺入外加剂进行二次搅拌。

水泥混凝土夏季出盘温度不得超过 30℃,如超过时,要采取冷却集料、搭遮阳棚、拌和用水加冰等降温措施。

**要点:**配料计量须准确 净拌时间不可少  
性能检测有必要 出盘温度控制好

### 169. 水泥混凝土运输时要注意哪些问题?

**答:**运输能力应适应水泥混凝土的凝结速度,满足浇筑速度的需要,使浇筑工作不致中断,并使水泥混凝土运到浇筑地点时仍保持均匀性和规定的坍落度。混



凝土运输方式有搅拌器运输工具运输、无搅拌器运输工具运输、带式运输机运输几种。在方案选择时应根据混凝土的性能、效益、数量、速度等因素正确选用。当水泥混凝土运至浇筑地点后产生离析、严重泌水或坍落度不符合要求时,应进行第二次搅拌。二次搅拌时不得任意加水,确有必要时,可同时加水 and 水泥以保持其原水灰比不变;如经二次搅拌仍不符合要求,则该批水泥混凝土不得使用。

**要点:运输满足需要 浇筑不能中断  
严控二次搅拌 保持性能不变**

### 170. 水泥混凝土浇筑有哪些技术要求?

**答:**水泥混凝土浇筑时要遵循以下要求:

(1)浇筑前:对支架、模板、钢筋和预埋件等逐项检查并做好记录,符合要求后及时清除模板内的杂物、积水及钢筋上的污物,检查水泥混凝土的坍落度等,合格后方可浇筑水泥混凝土。

(2)浇筑时:自高处向模板内倾倒水泥混凝土时,其倾落高度不大于 2m,以不发生离析为度。倾落高度超过 2m 时应设溜槽或串筒,串筒下水泥混凝土的堆

积高度不大于 1m;倾落高度大于 10m 时要设减速装置。

(3)浇筑层厚、顺序和方向:分层浇筑,并在初凝前完成上层浇筑;上层、下层同时浇筑时,上层、下层前后之间的距离要保持 1.5m 以上;倾斜面浇筑时,应从低处向高处逐层扩展升高,保持水平分层。插入振捣时,其浇筑厚度不大于 30cm,表面振捣时,其厚度为 15~25cm。

(4)振捣注意事项:插入振捣器的移动距离不大于其作用半径的 1.5 倍,与侧模保持 5~10cm 距离,插入下层 5~10cm,方法为:快插入,慢拔出,泛浆适度,不碰钢筋及预埋件。

附着振捣器的间距布置为 1~1.5m,对每一振动部位的水泥混凝土,应表面平整,泛浆适度,避免漏振或过振。

(5)水泥混凝土浇筑时间的要求:水泥混凝土的浇筑应连续进行,因故必须中断时,其中断间隔时间不得超过表 5-7 的规定。

(6)浇筑时出现泌水应及时找原因消除泌水。为防止表面出现收缩裂缝,结构物混凝土表面应进行二次抹面收浆。

表 5-7

混凝土强度等级	气温(℃)	允许时间(min)
≤ C30	≤ 25	210
	> 25	180
> C30	≤ 25	180
	> 25	150

注:当混凝土中掺有促凝剂或缓凝剂时,其允许时间应根据试验结果确定。

(7)施工缝的位置要在浇筑前确定,设于构件受力较小处。施工缝的处理应清除浮浆、松弱层,人工凿毛时水泥混凝土强度须达到 2.5MPa 以上。风动工具凿毛时,水泥混凝土强度须达到 10MPa 以上。重要部位的施工缝要设置锚固钢筋或石榫,有抗渗要求的施工缝要设止水带。

(8)浇筑全过程中应设专人检查模板、支架、钢筋、预埋件等的稳固情况,发现位移或变形时要及时处理,并应填写施工记录。

**要点:**浇筑要点真不少    准备工作要做好  
           浇筑厚度按规定    先低后高水平找  
           振捣密实质量高    色泽一致浮浆少

### 171. 水泥混凝土养护时要注意哪几点?

**答:**水泥混凝土浇筑完毕收浆后应尽快覆盖和洒水养护。覆盖时不得损伤或污染水泥混凝土。洒水养护时间一般为 7d, 养护期间要保持水泥混凝土表面的湿润。气温低于 5℃时要保温, 不准洒水养护。

水泥混凝土的养护也可以采取如下办法:

塑料薄膜覆盖养护, 塑膜覆盖构件密封, 塑膜上有许多湿水珠为度。

喷养护剂养护, 喷涂均匀, 纵横各一遍, 喷膜均匀一致, 无漏喷现象。如无特别要求, 喷涂量为  $0.2\text{kg}/\text{m}^2$ 。

结构物与地下水或地表水接触时, 要采取排水措施, 保证 7d 内水泥混凝土不受水的冲刷; 当环境水有侵蚀性时, 养护 10d, 水泥混凝土达到设计强度的 70% 以上时才能与环境水接触; 对大体积水泥混凝土的养护, 按环境条件采取温控措施, 内外温差不得大于 25℃。

蒸汽养护按有关标准规定执行。

**要点:**加强养护不可少 覆盖洒水常用到  
七天时间应保证 养护充分强度高

## 172. 水泥混凝土的质量检查有什么要求?

**答:**按频率检查水泥混凝土组成材料的质量及用量;水泥混凝土坍落度的检查每工作班不少于2次,搅拌时随时抽查;水泥混凝土因外界条件影响而发生质量变化时,要及时查明原因,及时调整。

随机取样制取试件,每 $80 \sim 200\text{m}^3$ 或一工作班制取试件组数不得少于2组,对于梁试件组数应满足规范要求。采用标准养护,对控制早期强度的构件应根据需要再多制作几组,与构件同条件养护。

水泥混凝土试件经标准养护后,要进行7d和28d抗压强度检测,最后按照施工规范的要求进行强度评定。

**要点:**质量检查应精心   取值方法分得清  
评定方法按规范   有关规定要遵循

## 173. 泵送水泥混凝土施工有什么技术要求?

**答:**泵送混凝土施工技术要求如下:

1) 水泥混凝土原材料

(1) 水泥:硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥。

(2)粗集料最大粒径与输送管径之比见表 5-8。

表 5-8

泵送高度	管径之比
50m 以下	1:3
50 ~ 100m	1:3 ~ 1:4
100m 以上	1:4 ~ 1:5

粗集料应采用连续级配,针片状颗粒含量不宜大于 10%

(3)细集料宜用中砂,通过 0.315mm 筛孔的砂不应小于 15%。

(4)掺用的外加剂应严格符合国家现行标准《水泥混凝土外加剂应用技术规范》、《水泥混凝土泵送剂》、《预拌水泥混凝土》的有关规定。

## 2)泵送水泥混凝土配合比

泵送水泥混凝土配合比除必须满足设计强度和耐久性要求外,还应满足水泥混凝土可泵性的要求。

(1)可泵性可用压力泌水试验进行控制,一般 10s 时的相对压力泌水率不超过 40%。

(2)坍落度要求见表 5-9、表 5-10。

表 5-9

泵送高度	30m 以下	30 ~ 60m	60 ~ 100m	100m 以上
坍落度 (cm)	10 ~ 14	14 ~ 16	16 ~ 18	18 ~ 20

表 5-10

大气温度 (°C)	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 35
坍落度 1h 后损失值 (cm)	5 ~ 25	25 ~ 35	35 ~ 50

(3) 泵送水泥混凝土配合比一些指标的特殊要求见表 5-11。

表 5-11

水灰比	砂率 (%)	最小水泥用量 (kg/m <sup>3</sup> )	掺入引气剂后水泥混凝土引气量 (%)
0.4 ~ 0.6	38 ~ 45	300	小于 4%

**要点:** 泵送设备要良好 各种参数选定好  
浇筑过程细观察 一次成形质量高

#### 174. 水泥混凝土的冬期施工要注意哪些事项?

**答:** 混凝土冬季施工应注意的事项为:

(1) 应根据不同的混凝土结构部位和施工现场条件, 充分做好冬季施工的组织设计, 决定混凝土的加

热、运输、浇筑、保温的具体做法及各种准备工作。

(2)混凝土拌制应采用室内热拌法,以满足冬季施工对温度的要求,一般可按《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—2000)附录 J 进行热工计算,以决定各种集料、水的预热温度。

(3)冬季施工主要满足以下要求:

①水泥强度等级宜大于 42.5, 水灰比小于 0.5, 坍落度应控制在 8 ~ 12cm。

②混凝土拌和物出机温度不低于 10℃,拌和时间要比常温增加 50%,并要求入模温度不低于 5℃。

③所有的接缝(旧混凝土面)在浇筑前应加热到 $5^{\circ}\text{C}$ 以上。

④掺加防冻剂的混凝土养生温度不得低于防冻剂规定的温度,不得在负温度下浇水养生。

⑤对于重要结构物从原材料加热到养生结束,整个过程均应进行测点布设,测量各种温度,防止内外温差过大和突然降温。

(4)冬季施工应制定防火、防冻、防煤气中毒等安全措施。

**要点:**冬期施工须防冻 有关材料要加温  
养护方法选择好 温度控制是根本



### 175. 如何决定便桥的修筑?

答:便桥的修筑应根据施工要求、工程水文地质、周围环境等情况综合考虑

(1)施工要求:主要考虑工期的长短、紧缓的程度、附近现有桥梁情况以及便桥拟使用的频率、荷载等级等。

(2)工程水文地质:包括河滩地质、河道弯顺、水流大小、汛期水位等。如滩地是砂砾土,汛期较短,常水位水深不超过 0.5m,工期允许短期断路,则可修筑过水便道。

修筑便桥一般要根据上下游水文站的资料、设计提供的资料、修筑便桥时产生的断面压缩、洪水频率、推算出桥位处的水位标高,决定桥的修筑高度。对于通航的河流应和航道部门商讨,决定通航的宽度、净高以及由此引起的安全问题。

(3)便桥常用的材料有木材、型钢、贝雷片、六四钢桥、浮桥、索桥等。当跨径小于 6m 时可用木材架设,跨径在 15m 以内可用型钢架设,索桥自重小,跨越能力大,且不受水深流急的限制。浮桥主要适用于水位变化较大且通航量小的河湖。贝雷片和六四钢桥适用

范围广,可用于跨径在 30m 以内的任何河道。

(4)桥台、墩可用钢木排架组成,水较深的河中常用型钢或钢板桩做排架墩。水浅墩矮的墩可用草袋或钢筋笼抛石围堰等制作。

(5)在决定便桥的类型、跨径、墩台形式时,应根据自身的情况因地制宜,因材设置,同时还要根据上下部施工都通用、搭设拆除方便、周转消耗少等原则统筹考虑。

**要点:便桥要修好 统筹考虑是关键**

**因地制宜定桥型 成本安全两兼顾**

### 176. 常用的预应力筋和预应力锚具有哪些种类?

**答:**在公路桥梁工程中,常用的预应力筋可分为粗钢筋、高强钢丝和钢绞线三大类。对于不同的预应力筋,相应的常用锚具有:

(1)粗钢筋冷轧螺纹锚具(又称轧丝锚),高强精轧螺纹钢锚具。

(2)高强钢丝所用的锚具主要有墩头锚和弗氏锚。

(3)钢绞线所用的锚具型号较多,有 XM 型、QM 型、OVM 型、YM 型、TM 型、STM 型、LZ、LM 型、BM 型等。

**要点:力筋有三类 锚具形式多**

### 177. 如何妥善保护预应力材料?

**答:**预应力筋和金属波纹管应堆放在干燥防潮、通风良好、无腐蚀气体和介质的库房内,在室外存放时不得直接堆放在地面上,必须采取垫枕木并覆盖毡布等措施,防止雨淋和各种腐蚀性介质的影响

锚具、夹具和连接器等应在通风、干燥的仓库内存放并设专人负责保管,避免产生锈蚀和丢失。

所有预应力材料必须保证清洁,存放时间长时要安排定期检查。

**要点:清洁最重要 防锈是关键**

### 178. 张拉设备的校验、使用及维护保养应注意哪些问题?

**答:**张拉设备的校验、使用及维护保养应注意以下问题:

#### 1) 校验

应将千斤顶及配套使用的油泵、油压表等一起进行校验,并配套编号。根据施工规范的规定,当千斤顶长期不使用、使用超过 6 个月或 200 次时,应重新

校验。

在施工过程中如发生以下情况时,张拉设备在取得校验合格证后方可使用:

- (1)张拉时预应力筋连续断裂;
- (2)千斤顶严重漏油;
- (3)油压表指针不能退回零点;
- (4)千斤顶更换油压部件或使用修复后的测力仪表;
- (5)搬家和场地转移等情况时。

## 2)使用

千斤顶及高压油泵在露天使用时,油温一般在  $30 \sim 50^{\circ}\text{C}$ ,最高不得超过  $60^{\circ}\text{C}$ 。

夏季施工时,应防止张拉机具曝晒。

冬季施工时,宜将油温升高后再使用,同时应对油箱采取保温措施。

雨季施工时,应有防雨措施,防止雨水流入油箱和淋湿张拉设备。

油泵中使用的油液,一般冬天用 10 号机油,夏天用 20 号机油,也可用其他液压用油,如 2 号或 3 号锭子油、变压器油等,但不同规格的油不能相混使用。通常油液使用半年或 500 工时而,应更换新油。

### 3)维护和保养

高压油管应保持清洁,不使用时要将接头封住,以防泥砂等进入管中。千斤顶和油泵不使用时,油嘴也应用防尘螺母封住,防止灰尘杂质进入机内。高压油泵上的安全阀必须按设备使用说明书上的有关规定调整好适当的压力,并严禁随便调整。张拉机具的操作必须按照有关使用说明书的规定进行,严禁在有负荷时拆换管路接头或油压表等。千斤顶、油泵和测力计等应有专人妥善保管,定期检查,并经常注意维护和保养。

**要点:检验须配套 使用宜得当**

**规定应遵守 保养要经常**

**179. 如何控制管道安装时的准确性? 钢束安装后应采取哪些保护措施?**

**答:**预应力管道的位置正确与否,直接影响到结构的施工质量,因此必须采取措施保证管道位置的准确。管道安装时,应采用定位钢筋固定,使之能牢固地置于模板内的设计坐标位置,并在浇筑水泥混凝土时不产生移位。

定位钢筋的间距:对直线管道不宜大于 80cm,对

曲线管道应适当加密。

管道安装的允许偏差:梁长方向为 30mm,梁高方向为 10mm。

管道间距的允许偏差:同排管道为 10mm,上下层管道亦为 10mm。

当预应力筋在浇筑水泥混凝土之前装入管道时,管道端部的开口应密封,以防止湿气进入而使力筋锈蚀,并要对管道进行全面检查;如管道有破损,应及时进行修复。当在管道附近进行电焊作业时,应对管道进行遮挡保护,防止溅上焊渣或造成其他损坏。浇筑水泥混凝土时振捣棒不能直接碰撞管道。

**要点:管道位置要准确 定位钢筋不可缺  
钢束装后需保护 精心施工是关键**

**180. 为什么先张构件在放张时不能采取骤然切割力筋的方法施工?**

**答:**先张构件放张时,其端部的预应力筋不能采取在受力状态下骤然切割的方法,因为这样往往会使构件端部受到冲击而出现水平裂纹,影响到构件的质量,故应予禁止。一般可采用砂箱放张、千斤顶放张、滑楔块放张、螺杆张拉架放张和混凝土缓冲块放张等方法。

**要点：放张方法多样化 骤然切割危害大**

### 181. 预应力张拉操作应注意哪些事项？

**答：**预应力张拉操作应注意以下事项：

(1) 做好张拉前的各项准备工作；后张法构件的混凝土强度应符合设计要求。

(2) 张拉时注意：

① 应使千斤顶的张拉力作用线及锚具中心线与预应力筋的轴线重合；

② 张拉控制应符合设计要求；

③ 断丝、滑丝不得超过规范控制值；

④ 后张法张拉顺序应采取分批、分阶段对称张拉；

⑤ 先张法同时多根张拉时，应先调整其初始应力，使各预应力筋受力保持一致；

⑥ 张拉控制应力应符合设计要求，张拉时应采取应力、应变双控；

(3) 预应力筋的锚固应在张拉控制应力处于稳定状态下进行。

(4) 张拉时应采取必要的安全技术措施，防止事故发生。

(5) 先张法放张时注意：

- ①混凝土强度要达到设计要求；
- ②侧模、内模应拆除；
- ③应分阶段对称交叉进行放张；
- ④切割应从张拉端开始进行。

**要点：做好准备 轴线一致 采取双控  
稳定锚固 填好记录 防止事故**

**182. 预应力筋的实际伸长值与理论伸长值的差值超过规定时应如何处理？**

**答：**在张拉操作中，预应力筋的实际伸长值与理论伸长值之间必然会有一定的误差，但当该误差超过施工规范规定值的6%时，则应查明原因，并采取措施予以调整后，方可继续张拉。

**造成误差过大的原因主要有：**

- (1) 预应力筋的实际弹性模量与计算时的取值不一致；
- (2) 千斤顶的拉力不准确；
- (3) 孔道的摩阻损失计算与实际不符(如发生管道堵塞等现象)；
- (4) 量测误差；
- (5) 管道的位置不准确等。



在上述几条原因中,弹性模量的取值是否正确,对伸长值的计算影响较大,对重要的预应力混凝土结构,预应力筋的弹性模量应通过试验测定。

**要点:查清原因 采取对策  
进行调整 继续张拉**

### 183.短预应力筋施工时应注意哪些事项?

答:预应力施工中由于锚垫板与混凝土,锚垫板与锚环,精轧螺纹钢螺母与垫板,夹片与锚环之间有一定的间隙,在锚固时这些地方受压会产生塑性变形,引起力筋的回缩,回缩量对于短力筋影响很大,如采用精轧螺纹钢做力筋, $L = 180\text{cm}$ ,  $E = 2.0 \times 10^5 \text{MP}$ ,张拉力  $980 \times 0.75$ ,侧伸长量为  $6.6\text{mm}$ (不计摩阻力),当回缩量为  $1\text{mm}$  时应力就会减少  $15\%$ ,当回缩量为  $2\text{mm}$  时,应力减少  $30\%$ 。为保证施工质量,在短预应力力筋张拉时除做到一般的要求外,还要求做到以下几点:

- (1)锚环必须要有足够的刚度;
- (2)锚垫板承压面、锚环与孔道中心必须垂直;
- (3)锚下混凝土必须认真捣实;
- (4)锚垫板与锚环接触面应光洁、无砂粒、无水泥浆皮、无过大的缝隙;

- (5)张拉时力筋中心与孔道中心重合;
- (6)精轧螺纹钢螺母应尽力上紧;
- (7)必须进行二次以上的反复张拉,以最大限度地消除塑性变形产生的影响。

**184. 在群锚体系中,预应力筋在张拉时产生滑丝、断丝的原因有哪些? 有什么相应的处理措施?**

**答:**滑丝的原因及相应的处理措施如下:

### 1)张拉端工作锚滑丝

锚垫板因尺寸超差(扩孔段太短、大端直径过小)或锚环没有对中凹槽,使预应力筋偏离锚具锥孔中心,将会造成张拉端工作锚滑丝。因此,当工具锚(夹具)并不发生滑丝现象,而工作锚发生滑丝时,应首先检查锚环和扩孔段大端的对中情况。如果对中偏差大于10mm。则必将滑丝;其次,检查扩孔段大端直径及锥孔长度,如果用以扩孔段尺寸制造的检查木锥不能全部进入扩孔段,大端外露超过10mm,也必将滑丝。这时,应用氧割切除多余的锚垫板,用凿子剔除扩孔段过窄部位,用电弧焊熔掉进入扩孔段空间的网片筋,保证锚下孔道尺寸正确。

### 2)非张拉端工作锚和张拉工具锚滑丝

(1)最常见的原因是由于预应力筋在大气中暴露时间过长,锈蚀过厚造成,因此应选择可多批及时供货的预应力筋生产厂家,使预应力筋不在工地长期存放,防止锈蚀。当必须长期存放时,应选用带防锈包装的预应力筋。

(2)预应力锚具圆锥面的表面粗糙度过低,过分粗糙的表面会影响夹片进入锥孔,降低了自锚能力,会造成滑丝。

(3)夹片硬度不足或表面脱碳层过厚。

(4)夹片型号与力筋不配对。

(5)夹片过脏,锥孔与夹片间夹有杂物。

对出现大量滑丝的预应力束,可采用卸锚器将工作锚中的夹片脱出并逐片卸去,拆除工具锚,查明原因后重新张拉。对单根力筋的滑丝,可用前卡千斤顶进行处理;将前卡千斤顶安装在滑丝的钢绞线(或钢丝)上重新张拉;或在前卡千斤顶上安装撑脚,用处理多根滑丝的不同方法放松一个锚固单元内的钢绞线(或钢丝束),然后换下撑脚,装上液压顶楔器,重新张拉锚固。

### 3)张拉时工具锚锥孔小端预应力筋断丝

对夹片式群锚预应力体系,当预应力筋质量不良,延伸率过小(低于3.5%)时,会提前拉断钢丝。因张

拉时工具锚先于工作锚受力,且受力最大,所以预应力筋都拉断在工具锚锥孔小端。应选择质量好、性能优良的预应力筋。

**要点:查清原因最重要 及时处理保质量**

## 185. 预应力孔道压浆的施工要点有哪些?

答:预应力孔道压浆要注意以下施工要点:

(1)预应力筋张拉后,孔道应尽早压浆,一般不应超过 14d。

(2)水泥浆的水灰比宜控制在 0.40 ~ 0.45。掺入外加剂时可减少到 0.35 ~ 0.45。宜采用硅酸盐水泥或普通水泥,以及可饮用的清洁水;稠度应控制在 14 ~ 18 之间。

(3)水泥浆的泌水率最大不得超过 3%,自由膨胀率应小于 10%。

(4)压浆前,应先用清水把孔道冲洗干净,同时要检查压浆孔和排气孔是否畅通;水泥浆在使用前和压浆过程中应连续搅拌,压浆应缓慢、均匀地进行,不得中断,并应将所有最高点的排气孔依次放开和关闭,使孔道内排气畅通;冬季施工要防止管道内存水冻裂。

(5)压浆应使用活塞式压浆泵,不得使用压缩空

气。压浆的最大压力宜为  $0.5 \sim 0.7\text{MPa}$ ; 当孔道较长或采用一次压浆时, 最大压力宜为  $1.0\text{MPa}$ ; 梁体竖向预应力筋孔道的压浆其最大压力可控制在  $0.3 \sim 0.4\text{MPa}$ 。

(6) 压浆应达到孔道另一端饱满和溢出浓浆, 关闭出浆口后, 应保持不小于  $0.5\text{MPa}$  的一个稳压期, 该稳压期不宜少于  $2\text{min}$ 。

(7) 压浆时, 每一工作班应留取不少于 3 组的水泥浆试件, 以便测定其强度。孔道压浆应认真填写施工记录。

**要点: 所用材料应合格 孔道清洗不可少  
各项指标要试验 压浆饱满最重要**

### 186. 钻孔桩施工如何选择钻机?

**答:** 要选择好合适的钻机, 关键是要详细了解水文地质资料、桩基设计资料, 了解各类钻机的性能和钻孔成本, 从中选定一种成孔质量好、成本低、进度快的钻机。

**水文地质资料:** 主要了解桩基处有无淤泥, 砂砾层厚度, 流砂情况, 卵石大小, 岩石的种类和硬度。

**桩基的设计资料:** 主要了解孔径、孔深和嵌岩深度。

**各类钻机的性能:** 如冲击钻一般适用于中、小孔

径,孔深小于 50m;反循环钻机只适于最大粒径小于钻杆内径 2/3 的土层等。

钻孔的成本:取决于钻机钻孔的进度。需要的钻孔材料和施工单位的管理水平。各类钻机适用范围见表 5-12。

表 5-12

钻孔方法	适用范围			泥浆作用
	土层	孔径(cm)	孔深(m)	
钻 孔	粘性土,砂类土,含少量砂砾石、卵石(含量少于 30%,粒径小于 10cm)的土	长螺旋: 40~80; 短螺旋: 150~300	长螺旋: 12~30; 短螺旋: 40~80	下作业, 不需要泥浆
	粘性土,粉砂,细、中、粗砂,含少量砾石、卵石(含量少于 20%)的土、软岩	80~250	30~100	悬浮钻渣 并护壁
	粘性土,砂类土,含少量砂砾石、卵石(含量少于 20%,粒径小于钻杆内径 2/3)的土	80~300	用真空泵, <35;用空气 吸泥机可达 66;用气举式 可达 120	护壁
	淤泥,腐殖土,粘性土,稳定的砂类土,单轴抗压强度小于 20MPa 的软岩	非扩孔型: 80~300; 扩孔型: 80~655	标准型: 50~80; 超深型: 50~150	正循环浮 悬钻渣,反 循环护壁

续上表

钻孔方法	适用范围			泥浆作用
	土层	孔径(cm)	孔深(m)	
钻孔	淤泥、腐殖土、密实粘性土、砂类土、砂砾石、卵石	100 ~ 200	大于 20m 时进度慢	护壁
	实心锥: 粘性土、砂类土、砾石、卵石、漂石、较软岩石; 空心锥: 粘性土、砂类土、砾石、松散卵石	实心锥: 80 ~ 200; 空心锥(管锥): 60 ~ 150	50	悬浮钻渣并护壁
	填土层, 粘土层, 粉土层, 淤泥层, 砂土层以及短螺旋不易钻进的含有部分卵石、碎石的地层	100 ~ 300	78	干作业, 不需要泥浆
挖孔	各种土石	方形或圆形, 一般 120 ~ 200; 最大 350	25	支撑护壁, 不需要泥浆

## 187. 设护筒应注意哪些事项?

答: 安设护筒应注意:

## 1) 护筒顶面高度

- (1)高出地面 0.3m,高出水面 1 ~ 2m;
- (2)高出地下水位 1.5 ~ 2m;
- (3)高出稳定后的承压水位 2.0m;
- (4)高出潮水位 1.5 ~ 2.0m。

## 2)护筒埋置深度

- (1)一般的埋置深度为 2 ~ 4m;
- (2)在局部冲刷线以下 1.0 ~ 1.5m;
- (3)冰冻线以下 0.5m;
- (4)在深水及软土河床较厚处应尽可能沉入到不透水层内。

## 3)埋置方法

- (1)旱地可采用挖坑埋设法,此法要求在护筒底部 50cm 和周围用粘土分层夯实;
- (2)浅水处可用筑岛法施工,埋设方法同(1);
- (3)深水中埋设应采用定位导向架压重,振动、锤击下沉护筒至不透水层内。

## 4)质量要求

- (1)护筒内径应比桩径大 20 ~ 40cm;
- (2)护筒中心偏差小于 5cm;
- (3)护筒的倾斜度小于 1%;
- (4)护筒内壁光滑、耐压、耐拉、不漏水。



**要点:**看水文地质 定顶面标高  
须合理施工 保质量安全

### 188. 如何保证钻孔的质量?

**答:**(1)选择适宜的钻机型号和好的施工工艺。

(2)自开孔起在钻孔的日日夜夜始终要注意泥浆的质量,并确保护筒内泥浆面标高不低于地下水位或河中施工水位 1.5~2.0m,这是防止“坍孔”和“缩颈”的基本保证。

(3)清孔时到浇注前这一段时间里由于“换浆”的原因,泥浆的密度稍有降低,此时更要注意泥浆面的标高,使其保持高于地下水位 2.0m,并要求终孔后及时清孔。

**要点:**泥浆好 水头够  
坍孔缩颈两不愁

### 189. 水下混凝土浇注时应注意的主要事项有哪些?

**答:**(1)应选用能保证水下混凝土浇注时间小于首批混凝土初凝时间的混凝土配合比,不能保证时可掺入缓凝剂来达到要求。

(2)混凝土应满足设计施工所提出的各项指标,应有良好的和易性,不离析,不泌水,孔口检查坍落度应在  $18 \sim 22\text{cm}$ 。

(3)导管的直径应和桩径、集料的最大粒径( $\geq 6 \sim 8$  倍)相匹配,使用前应对导管进行水密性试验(压力是孔内水深的 1.3 倍)。

(4)首批混凝土浇注数量应满足导管埋深在  $1.0\text{m}$  以上。由于孔底不规则,建议采用《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—2000)中(6.5.4)公式计算值的 1.2 倍作为首批浇注混凝土数量。灌注时要采用隔水栓等设备,保证混凝土下落时不离析。

(5)在灌注过程中应做到:

- ①混凝土要连续灌注;
- ②保持孔内的水头值;
- ③导管理深在  $2 \sim 6\text{m}$ ;
- ④混凝土浇注标高超出设计桩顶  $0.5 \sim 1.0\text{m}$ 。

**要点:**水下灌注要顺畅 准备工作做充分  
首批浇注是关键 其他要求亦勿忘

## 190. 怎样防止钢筋笼上浮?

**答:**1)钢筋笼上浮的原因

(1)导管挂钩、法兰盘等突出部分挂住钢筋笼,导管提升时,钢筋笼被带着一起上升;

(2)混凝土在接近钢筋笼底端时,钢筋笼由于浇注速度上升和主筋箍筋的阻力引起混凝土产生的顶托力大于钢筋笼的自重而被混凝土托起。

## 2)防止上浮的措施

(1)尽量减少导管突出部分对钢筋笼的影响,导管宜用丝扣接头,应尽量垂直放置于孔的中心,提升导管的挂钩、挂扣等均应设置防挂设施。

(2)改善混凝土的性能,确保混凝土浇注时坍落度在20cm左右,混凝土的和易性要好,并不因为混凝土的上升而产生离析。混凝土的初凝时间要大于浇注时间。

(3)在施工工艺上应做到:

①当混凝土浇注到接近钢筋笼时应减缓浇注速度,减小顶托力;

②灌注快接近钢筋笼时应减小导管的埋置深度,待混凝土进入笼内3~6m时一次提升导管使导管口位于钢筋笼内;

③设置几根 $\phi 16$ 钢筋伸入到桩底,必要时还可放置几根钢筋圈与桩底钢筋相连以增大钢筋笼的抵抗

力;

④钢筋笼通过吊架固定在护筒上,但这种办法由于吊架刚度不大,抵抗顶托力的效果不显著,且往往由于吊架的弯曲造成桩顶钢筋笼的偏心。

以上方法中③的效果最好。

**要点:**骨架上浮可防范 浇注性能应良好  
遇筋升速宜缓慢 钢筋延长最有效

**191.旱地或浅滩无支护承台基坑开挖时要注意哪些问题?**

**答:**承台(扩大基础)当处在地质良好、地下水影响不大或开挖不深、放坡工作量比较经济、周围又允许放坡开挖时可采用无支护基坑大开挖施工。

旱地基坑开挖,根据不同土质采用  $1:0.33 \sim 1:1.15$  放坡,当基坑需要排水,并需设置模板时基坑尺寸每边应多放  $0.5 \sim 1.0\text{m}$ 。为保证满足底面混凝土标高,钢筋保护层,基底承载力,模板设立等的要求,在土质基坑开挖完成后应立即浇筑一层强度等级低的混凝土垫层,如一时无法浇筑则应留出  $30\text{cm}$  厚的土层不挖,待浇筑前再开挖。

浅滩承台基坑(水深  $0.5 \sim 1.5\text{m}$ ),当结构物埋置

不深时,可在基坑开挖放坡线外采用草袋围堰进行排水开挖。

常用的排水法为集水坑抽水。遇到严重流砂时则可用井点排水。基坑较深或渗透系数大的基坑宜结合板桩法、沉井法进行施工。另外还可采用帷幕法(冰冻法、硅化法、水泥灌浆法、沥青灌浆法等),但造价较高。

基坑开挖时必须注意施工安全。事先必须做好地面排水(如设置排水坡、截水沟等),坑边缘应留有1.0m的护道,还须注意观察坑边缘是否有裂缝、松散、塌落等现象发生。基坑开挖应连续作业,一气呵成。

**要点:就地取材 因地制宜**

**安全成本两得益**

### 192. 承台混凝土浇注有哪些方法?

**答:**一般的扩大基础混凝土,可用罐车在溜槽口浇注,或用大漏斗接串筒垂直倾注,在基坑内分层摊铺振捣。

水中高桩承台的浇注需用泵车、吊车吊斗或皮带输送机等多种手段,运送混凝土入模,分层摊铺捣实。

深水大型承台混凝土的浇注,或大型双壁围堰内

封底混凝土的浇注,由于混凝土的体积大,可用水上拌和设备、混凝土输送船、架设栈桥、便道等方法进行混凝土浇注。

浇注大体积混凝土承台应采用低水化热水泥,掺入粉煤灰、降低入仓温度、设备冷却水管、分块施工、分级施工等措施和进行必要的温度计算,进行温度控制,防止混凝土开裂。

**要点:**浇注方法虽较多 选择还须符实际

## 193. 桥梁墩、台身的施工要点有哪些?

**答:**除混凝土要求外,尚须注意以下几点:

模板组装前,应在基础顶面放出墩、台中心线及墩台实样;墩台钢筋的绑扎和混凝土浇筑协调配合进行;在配制第一层钢筋时,应按不同长度,使同一断面上的钢筋接头符合规范要求。水平筋接头也应分内外,上下相互错开布置;每层混凝土浇筑前应将浇筑面清理干净,为确保工程质量,混凝土的拌和、运输与浇筑速度不得小于下式计算值:

$$v = (S \times h) / t$$

式中:  $v$ ——混凝土拌和、运输及浇筑的容许最小速度,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$S$ ——浇筑面积,  $\text{m}^2$ ;

$h$ ——浇筑层厚度,  $\text{m}$ ;

$t$ ——水泥的初凝时间,  $\text{h}$ 。

浇筑过程中,应观察模板、支架、预埋螺栓、预留孔及预埋支座的位置和高程,经常进行检查,发现问题及时采取纠正措施,如加固或重新定位;预留孔的设施应及时抽拔,其混凝土强度应达  $2.5\text{MPa}$  以上。

分级浇筑,强度满足要求后拆除模板,对其四边填土夯实后,再浇筑下一级混凝土,如此重复,以防桥台产生位移或后倾。未经填土的后仰式桥台,施工过程中高出地面的高度应小于  $4\text{m}$ 。

大体积混凝土墩台身应按大体积混凝土施工要求进行。

**要点:**墩台施工遵规范 工序检查不放松  
安全生产不违规 质量第一记心中

#### 194. 墩台帽的施工要点有哪些?

**答:**墩、台混凝土浇筑至帽下  $30 \sim 50\text{cm}$  时,停止浇筑,随即测出墩、台纵横中心线,立墩台帽模板,安装锚栓孔、支座垫板及绑扎钢筋等,确保位置与标高符合设计要求。锚固钢筋须和墩、台帽钢筋骨架焊接牢固。

安装钢垫板时,应与模板联结牢靠,保证其下混凝土密实,并且平面位置及标高准确。垫石混凝土顶面一般以低于要求高程 5mm 为宜,以便于水泥砂浆抹平。

**要点:**纵横轴线符设计 几何尺寸控制准  
标高位置勤检查 预埋部件定位好

### 195. 台背填土有哪些要求?

**答:**台背填土除轻型桥台外,一般应与桥台浇筑(砌筑)协调进行。其填筑材料优先采用渗透性良好的材料,如砂砾及粗砂;遇软土地基时,其填料可掺 5% 的石灰土填筑。

分层填筑与夯实,机械压实厚度控制每层 20cm;人工夯实控制每层厚度为 10cm。务必使压实度达到设计要求。

天然地面较低,填土较高时,其填土夯实长度,一般按靠近桥台一孔孔径的 1/5 考虑。如设盲沟排水时,其出口位置应高于地下水位或地表水位 0.2m 以上,以保证排水畅通。

**要点:**台背填土应重视 回填材料要选好  
逐层压实达要求 工后跳车现象少



**196. 后张预应力梁预制场地的设置主要考虑哪些方面？为什么底座两端基础要加强？**

**答：**后张预应力梁预制场地的设置应根据梁的设计要求(长短、重量、张拉吨位、数量)、施工现场环境(土质、水源、电力、料源、道路、运距)，设备和施工经验等各种因素综合考虑。

一般而言，预制场地应设置在有电、有水、土质好、道路畅通的地方。跨度较小质量较小的梁宜采用集中预制，其预制场宜设置在该路段预制梁的重心附近。较大跨度的梁(如 50mT 梁)，预制场地设置应根据吊装方案等因素决定。如用架桥机安装，则预制场最好设置在桥头引道上，也可在桥旁边设置横向预制场，用龙门吊横移梁上桥再纵移。如用跨墩门吊吊机安装，则预制场宜设置在桥的附近，只要梁的运输能到达起吊位置就行。

预制场的大小主要取决于施工工期、预制梁的数量、运梁方式、安装方法、设备情况、养生、浇筑等施工工艺，以此来决定底模数量、存梁场地大小和砂石料场占地面积等。

在考虑底模基础时，地基应力求结实，不变形。

由于梁在施加预应力后跨中受力起拱,自重集中在梁的两端,因此在考虑地基承载力时应满足底座的  
两端能承受  $1/2$  梁重的强度和变形的要求。

**要点:**预制场地要选好 底模数量看进度  
基础设计须坚固 合理占地保工期

### 197. 运输安装预制梁的常用方法有哪些?

**答:**梁的运输,常以预制场的门吊装车,用轨道平车运到安装桥跨最为经济、快捷,远距离运梁时才使用重型胶轮拖挂车。

梁的安装方法应因地制宜,根据本单位的经验、技术力量、设备情况和结构计算结果,经质量、进度、经济、安全比较后决定。在一般公路桥梁中常用的架设方法有:单、双导梁法,跨墩门架法,缆索吊机法,专用架桥机架设法,自行吊机安装等。

**要点:**安装结构要计算 安全操作是前提

### 198. 先张法预制梁应注意哪些事项?

**答:**(1)先张法预制梁首先要考虑施工安全,要采取必要的安全措施防止意外事故的发生。

(2)设置的台座应满足强度、刚度和抗倾覆的要求,横梁受力后挠度 $\leq 2\text{mm}$ 。如场地允许,宜采用长线台座,一般每条台座的长度可定为 $60\sim 120\text{m}$ ,并根据进度设置台座个数。

(3)底模应建在有可靠的和足够强度的地基上,表面必须是平整光滑的。因为力筋放张后,梁要起拱,故设计时梁两端底模的地基应加固,满足对强度和重复使用的要求。底模的伸缩缝应设置在梁和梁之间。

(4)预应力筋定位必须准确,单根张拉时由于台座支撑梁压力逐渐增大,压缩变位也随着增大,因此要求对称、循环张拉力筋。多根力筋同时张拉时,应在每根力筋的初始应力一致的前提下进行。张拉应采用双控。台座较长时力筋应垫起,以保证不产生太大的挠度,同时力筋的断丝、滑丝数要符合规范要求。

(5)模板、钢筋、混凝土浇筑时应注意:

①构造筋只能绑扎不可点焊,以避免通电烧断力筋引起事故;

②浇筑时气囊易上浮,应通过定位筋、压块与底模固定。

(6)力筋在混凝土达到强度后进行放张,方法有砂箱法、千斤顶法、楔块法等。原则是分阶段、对称、相互

交替缓慢进行。切割应从放张端开始,钢绞线切割用砂轮锯,禁忌烧割。

**要点:**长线张拉方法好    力筋受力应均匀  
         胶囊注意不上浮    安全质量更要保

### 199. 如何安装板梁?

**答:**板梁跨径小,自重小,一般中型吊车即可安装。有水河中的板梁安装也可采用双导梁。

板梁的支座是采用四块橡胶垫板支垫在板底的四角,安装时要起落板梁几次,垫实四个支座,否则会使板梁受扭而裂损。

**要点:**桥梁短    板梁轻  
         安装不可掉轻心

### 200. 怎样做好现浇前的准备工作?

**答:**(1)根据结构形状、大小和自身的施工经验,设备能力拟定现场的施工方案(如满堂红支架,梁式支架,大体积混凝土,混凝土现浇的分级、分段等)。做好现浇混凝土的实施性施工组织设计。

(2)应做好配合比的设计试配工作,对于分层浇筑的结构宜掺入缓凝剂以确保下层在初凝前完成上层混

凝土的振捣工作。建议在上部施工中掺入早强剂,提高混凝土的强度等级,以加快速度,提高经济效益。

(3)浇筑前应根据设备的浇筑能力、运输方式、结构形状做好分层厚度和浇注顺序的按排。原则是墩顶等反弯矩区域宜缓浇。同时应做好浇筑前的安全技术交底,在浇筑过程中对所有支架模板派专人进行全程检查。

**要点:施工方案要选准 配比设计是关键**

**准备工作须检查 质量保证创优良**

**201. 在悬臂梁、连续梁现浇混凝土施工中如何防止由于不均匀沉降产生的裂缝?**

**答:**在浇筑悬臂梁、连续梁时,由于支架刚度小,受荷载后变形大,再加上地基的变形,在梁的不同断面上沉降量往往是不一致的。因此要采取有效措施使梁的任何两点的沉降量小于  $L/400 \sim L/600$ ,防止因沉降量相差太大而产生裂缝。

在施工中可采取以下措施防止不均匀沉降:

(1)浇筑到墩顶附近时跳过墩顶  $3 \sim 5\text{m}$ ,先浇筑支架上的混凝土,待该段支架基础受力变形后再往回浇筑墩顶混凝土,以此消除支架过大变形所产生的影

响。

(2) 掺加缓凝剂, 延长混凝土的凝结时间, 使在墩顶及附近 3 ~ 5m 范围内的混凝土施工在初凝前结束。

(3) 当梁太长, 混凝土浇筑数量太大时, 为了节省支架模板用量, 加快进度, 往往有必要在跨径的 1/5 ~ 1/4 处设置工作缝, 待支架终止沉降, 混凝土达到强度一定值后再将工作缝填筑起来。

(4) 对于高墩支架, 受力复杂又不允许分级、分段浇筑的结构, 则应通过掺入缓凝剂使整个浇筑在初凝前完成。

(5) 连续梁太长时, 为消除混凝土的收缩应力, 应在一定长度内设置工作缝。

(6) 对于沉降量大的地基应采取支架预压的方法消除部分变形。

**要点: 裂缝产生要避免 缓凝效果最明显**

**支架预压是办法 浇筑顺序不可忘**

## 202. 怎样卸落、拆除梁体现浇支架?

**答:** 管支架的卸落是利用管顶的承托丝杠可微调分次卸落; 分跨的梁式支架, 常用砂筒或砂箱分次卸落, 用放砂量控制卸落速度。支反力较小的支点也有用组合

楔卸落的。用组合楔的水平螺栓松扣来控制卸落。

卸落支架的原则是对称、均匀、分次、有顺序、循环地进行,先横桥向,后顺桥向。横桥向的卸落:先卸翼缘板的端点,后卸梁肋。梁肋间的卸落:先卸横向板跨跨中,后卸梁肋的梗腋下。顺桥向的卸落:先卸梁肋的跨中,后卸梁肋的支点。对带悬臂的连续梁,卸落支架也是先卸悬臂端点,后卸支墩处。

卸落量最大的断面常是预拱度最大的断面。例如简支梁的跨中、带悬臂连续梁的跨中和悬臂端点。这些卸落值,也是要按照上述顺序分次由小到大卸落完成的。例如某孔简支梁跨中预拱度是 100mm,第 1 次卸落 10mm,第二次卸落 20mm,……直到梁底与支架脱空为止。跨中以外为  $L/4, 3L/4$ ,各断面按二次抛物线分配,也按每次分配值卸落。

**要点:对称均匀有顺序 先横后纵勿搞错**  
**分次卸载是关键 由中到边是原则**

### 203. 桥面铺装施工应注意哪些事项?

**答:**桥面铺装施工前应对防水层、梁与梁之间的联接系统及有关的附属结构物进行检查,特别应对整个桥面系进行高程复测,以确定铺装层的厚度和桥面横

坡等能否满足设计要求,满足不了要求时必须及时进行处理。铺装层底层的表面应保持平整、粗糙、清洁。

施工时应应对配合比、拌和及铺筑、振捣、碾压工艺等严格控制。表面平整度、厚度和横向坡度等指标应作为质量控制的重点。桥面铺装层厚度的允许偏差为  $\pm 10\text{mm}$ 、 $-5\text{mm}$ 。

**要点:高程复测不可少 设计厚度要确保**  
**各项指标严控制 表面平整最重要**

204. 如何保证桥面铺装(现浇桥面板)的设计厚度? 当难以保证时应采取什么措施?

答:要想保证桥面铺装(或现浇桥面板)的设计厚度,在墩台施工时就应控制其顶面高程,预制或现浇梁板的标高尺寸准确、拱高适宜。装配式桥中的预应力混凝土梁、板预制构件,由于预应力的作用,在抵消自重影响后,梁体将产生上拱度而自动脱离台座底板,之后又因混凝土的徐变收缩、预应力损失、桥面混凝土重力等因素,都会对拱度造成一定影响,如上拱度过大,将会导致桥面混凝土在跨中较薄而支点处较厚,从而不能满足设计要求的厚度。因此在具体施工时,应根



据设计单位提供的理论拱度值,结合施工的实际情况,正确预计梁体拱度的变化情况,采取相应措施。当预计的拱度值较大时,可考虑在预制台座上设置反拱;当梁体的实际拱度已较大,将对桥面混凝土的施工造成影响时,应将实际情况书面报告监理工程师,并会同设计单位协商解决,同时,做好有关的文件记录。可采用的办法有:调整桥面的设计标高;降低支座标高等。不论采用何种办法都应保证满足设计要求的厚度,并取得监理工程师的同意和签字认可。

**要点:各种高程早控制 拱度影响须重视  
调整措施虽不少 书面签认很重要**

#### 205. 栏杆构件在预制和安装时应注意哪些问题?

**答:**栏杆构件的混凝土数量较小,但在美观上有较高的要求,因此在预制加工时首先要在思想上予以充分重视,所用模板必须尺寸准确、严密、不漏浆、不变形。优先采用金属模板,不宜采用木模或其他易变形材料制作的模板。对于构件的预制工作,在考虑总体施工计划时,要尽量提前安排,避免工程后期赶工。为保证构件的颜色一致,最好从始至终采用同一类型、同一强度等级、同一厂家的水泥,施工时应准确控制配合

比,振捣密实,减少混凝土表面的气泡。还应采用符合要求的同一种脱模剂。养生应严格按施工规范的要求进行。构件在拆模后搬运时应特别注意保护,防止碰撞损伤。

安装应在桥跨的支架卸落松架以后,使桥跨能自身承受恒载时进行。安装应采用经纬仪和水准仪进行准确测量放线,就位固定之前要细心校正,使其位置和线形满足设计要求。

**要点:栏杆方量小 美观要求高**

**思想要重视 施工工艺好**

**206.现浇防撞护栏(栏杆扶手)应从哪些方面来控制质量?**

**答:**现浇防撞护栏(栏杆扶手)应从以下几个方面进行质量控制:

(1)混凝土:配合比要准确,宜采用干硬性混凝土,水灰比不能过大,配合比一旦确定不得随意调整,且不应在施工过程中调换水泥品种,以求得颜色上的一致。脱离剂要附合规范要求,且用同一品种。

(2)模板:宜采用刚度好、变形小的钢模,制作时其

板面应在压板机上压制,要求尺寸准确、接缝严密、板面平整。安装时要做到牢固、位置准确、浇混凝土时不产生移位。

(3)测量:其线形和标高应采用经纬仪和水平仪进行认真细致地测量控制,要按照设计的坐标位置和标高预先确定测量方案,对于曲线要适当加密控制点,使线形顺适,标高一致。

(4)混凝土振捣工艺:往模内倾倒混凝土时,一次下料不可过多,应少下料勤振捣,使混凝土中的空气能及时逸出,减少混凝土表面气泡的产生。对角隅或钢筋较密处的混凝土,可采用小直径振捣棒进行振捣,防止漏振或振捣不实。

(5)应在墩顶附近及适当长度内设置假缝。

(6)养生和表面修饰:混凝土浇筑完毕应按施工规范的要求严格养生,保证混凝土的湿润及养生的时间。一般来说,混凝土表面不应进行修饰,但如混凝土表面麻面和气泡较多,必须进行修饰时,则在拆模之前就应做好充分准备,拆模后立即用海绵沾水泥砂浆进行修饰。

**要点:**配比准确是前提    模板好才质量高  
线形标高控制准    工艺方法也重要

### 207. 支座垫石在施工时应注意哪些问题?

答: 支座垫石的混凝土量较小, 但处于结构受力的关键部位, 因此必须采取措施保证混凝土的施工质量, 满足设计强度要求。主要措施有:

(1) 强度要保证, 配比计量要准确。

(2) 新旧混凝土结合要牢固, 混凝土接触面要凿毛, 混凝土接触面应是新鲜、清洁的。

(3) 养生要认真, 要采取措施确保养生期内混凝土表面始终是潮湿的。

(4) 冬季施工要防冻, 雨季施工要防淋。

垫石的顶面标高应准确, 表面平整, 要求在平坡情况下同一片梁两端的支座垫石水平面尽量处于同一平面内, 相对误差不得超过 3mm, 并使支座在安装后不产生偏歪、不均匀受力和脱空等现象。

**要点:** 强度应保证 标高要准确 表面须平整

### 208. 支座安装应注意哪些事项?

答: 支座在安装前, 应全面检查有效产品合格证书中的有关技术性能指标, 支座的规格和质量应符合设计要求, 不符合要求的不得使用。

板式橡胶支座在安装前应将支座垫石顶面和梁底面清理干净,并将设计的支座中心位置标在垫石和支座上,准确安放就位。支座中心线与垫石中心线相重合。支座与梁板不密贴,不符合要求时,梁板材必须吊起采用加垫钢板等方法使误差限定在允许范围内。

对盆式橡胶支座的安装,预埋在垫石顶和梁底面的支座钢垫板必须埋置密实,钢垫板与支座间应平整密贴,支座四周不得有 0.3mm 以上的缝隙,并严格保持清洁。支座的安装标高应符合设计要求,平面上纵横两个方向应水平,支座承压力小于 5000kN 时,其四角高差不得大于 1mm;支座承压力大于 5000kN 时,不得大于 2mm。安装时如需调整支座标高,其底部必须用小块钢板塞垫。支座的上下各部件纵轴线必须对正。

**要点:**规格质量合要求    中心位置要准确  
接触面上无缝隙    纵横方向应水平

**209. 钢梳齿形伸缩装置的施工程序是怎样的? 应注意哪些问题?**

**答:**安装施工的程序为:桥面整体铺装→切缝→缝槽表面清理→将构件放入槽内→用定位角钢固定构件

位置及标高→布设焊接锚固筋→在混凝土接缝表面涂打底料→浇筑树脂混凝土→及时拆除定位角钢→混凝土养生→填缝→完成。

施工时应注意:定位角钢的拆除一定要及时,以保证伸缩装置因温度变化而能自由伸缩。安装施工应仔细进行,防止产生梳齿不平、扭曲及其他的变形。安装时应将构件固定在定位角钢上,以保证安装精度。要严格控制好梳齿间的横向间隙。浇筑时应认真细心,尤其对边角周围的混凝土,一定要捣固密实,不可出现空洞。

**要点:安装固定是关键 调节齿距很重要  
解除约束为伸缩 填料密实保平整**

**210. 板式橡胶伸缩装置的后开槽施工程序是怎样的? 应注意哪些问题?**

**答:**后开槽安装施工的程序为:板面整体铺装,切缝,预留槽清理,将 L 形锚固螺栓、底角钢固定在定位支架上,一起放入预留槽内,布设横向钢筋,并通过倒 U 形钢筋将其同预埋筋焊接在一起,在混凝土接缝表面涂打底层料,浇筑锚固系统的树脂混凝土,及时拆除定位支架,进行混凝土养生(对伸缩体进行宽度调整),

安装伸缩体。

施工时应注意:桥面铺装完成后,方可进行安装工作,以保证桥面与伸缩装置之间的平整度。安装时应严格按程序进行,尤其要注意及时拆除定位支架顺桥向的联系角钢;梁端加强角钢下的混凝土应饱满密实,不可有空洞;锚固螺栓筋及其他钢筋与预埋筋和桥面板钢筋应焊为一体,锚固螺栓筋的直径不得小于18mm。

**211. 模数式伸缩装置的施工程序是怎样的? 应注意哪些问题?**

**答:**安装施工的程序为:桥面整体铺装,切缝将预留槽口清理干净,将伸缩装置吊入槽内并就位,按当时施工温度调整初始伸缩值并定位,将伸缩装置两侧锚固筋与相应预埋筋焊接,拆除定位角钢等,布设预留槽内横向钢筋或钢筋网,并与相交钢筋焊在一起,拆除主梁端缝隙间的端模板,现浇槽口锚固系统树脂混凝土,混凝土养生。

施工应注意的事项:当伸缩装置需在工地存放时,应垫离地面至少30cm,且不得露天存放,需用毡布等覆盖;预留槽口的尺寸要准确,并按要求预埋好锚固钢

筋;安装前,当气温与生产厂家提供的安装温度有出入时,应按实际气温调整组装定位值,并由施工安装负责人检查签字后方可用专用卡具将其固定。安装时伸缩装置的中心线应与桥梁中心线相重合,偏差最大不能超过10mm;混凝土应振捣密实,特别注意不要使混凝土渗入伸缩装置的位移控制箱内。

**要点:遵守程序 精心施工 确保质量**

### 212. 圆管涵施工时有哪些应注意的事项?

**答:**管节在运输、装卸和安装过程中,应小心谨慎,勿使其受到碰撞而损坏。管节可采用滚动、滚木、压绳下管等方法进行安装,也可采用龙门架或吊车进行安装。管座混凝土应与管身紧密相贴,使圆管受力均匀;无混凝土基座的圆管,其基底应夯实密实,并做好弧形管座。管节接头采用平口接头时,其接缝应不大于1cm,并用沥青麻絮或其他具有弹性的不透水材料填塞严密。圆管涵两侧回填应严格控制分层厚度和密实度,并采用符合规范要求的土质。在软土地基上施工时宜采用反开槽法修筑管涵。

**要点:管座管身紧密贴 基底夯实不可缺  
接缝严密填塞紧 排水顺畅是原则**



### 213. 拱涵(盖板涵)支架施工时要注意哪些问题?

**答:**拱涵(盖板涵)施工时可采用钢或木结构的拱架(支架),条件允许时也可采用土牛拱胎进行施工。但拱架应进行详细的设计计算,以满足强度、刚度和稳定性要求。土牛拱胎应夯填密实。在拱圈施工时不得产生沉降。拱架(支架)要支立牢固,拆卸方便,纵向连接应稳定,拱架外弧应平顺,拱架(支架)安装完毕后,应对其平面位置、顶部标高、节点联系及纵横向的稳定性进行严格检查,不合要求者要及时予以纠正。拆卸拱架(支架)应从跨中开始,逐步向两边顺序拆除,以免发生事故。

**要点:**拱架施工法 安全最重要  
土牛亦可用 但须防沉降

### 214. 倒虹吸管施工要注意哪些问题?

**答:**倒虹吸管的施工方法与普通管涵基本相同,但须特别注意管节接头,管与竖井的密封,以及基础的处理和竖井的混凝土质量。施工完毕覆盖前应做灌水试验,符合要求后方可填土。为防止冻裂,在冰冻期施工时,应将管内的积水排干。其进出水口在施工结束后

应加盖,以防人、畜掉入,发生事故。

**要点:接头须密封 试验不可少**

### 215. 浆砌工程在施工时应注意哪些问题?

**答:**原材料应符合规范要求,石料或混凝土预制块在砌筑前必须浇水湿润,表面如有泥土、水锈等,要清理干净。砌筑所用的水泥砂浆应严格按配比要求用重量法进行计算,以保证砂浆的强度要求。浆砌一般采用坐浆砌筑法,要保证砂浆饱满密实,砌体内无空洞。要按设计要求设置沉降缝、伸缩缝、泄水孔、防水层。砌筑前基底要进行验收。养生要及时。

**要点:石料合要求 砂浆应饱满**

### 216. 浆砌料(片)石的砌筑施工要点有哪些?

**答:**砌体石料应质地坚硬,其强度不低于 25MPa,厚度不小于 15cm,无风化、剥落及裂缝,水锈污垢要清除干净。采用水泥砂浆砌筑时,要根据墙基中心线放出砌体内外边线,拉线分层砌筑,相邻砌块高度差不大于 1cm,片石浆砌按 2~3 层作为一层大致找平。采用铺浆法砌筑时,用较大平面外砌,先砌转角及交接处,后砌中间。砌前要试摆,大面应朝下,外露面齐平,斜

口朝内,逐块卧铺坐浆,砂浆饱满,缝宽 20 ~ 30mm,灰浆厚度 40 ~ 50mm。石块间隙填砂浆并用碎石嵌实。石块上下层要相互错缝,内外交错搭接,应避免重缝、干缝和空缝。相邻砌筑高度不大于 1.2m,墙面石应丁顺排列。勾缝可采用平缝或凸缝,用 1:1.5 砂浆勾缝。

**要点:**砌筑要求有三条 逐条落实最重要  
砌筑砂浆要饱满 所有弊病克服掉

### 217. 砌体的勾缝和养护有哪些注意事项?

**答:**砌体勾缝可采用凸缝或平缝,浆砌较规则的块材时,可采用凹缝。勾缝所用砂浆的强度应不低于砌体砂浆强度,流冰和严重冲刷部位应采用高强度水泥砂浆。石砌体勾缝应嵌入砌缝内约 20mm 深,缝槽深度不足时,应凿够深度再勾缝。浆砌砌体应在砂浆初凝后洒水覆盖养生 7 ~ 14d,养护期间要避免碰撞、振动或承重。

**要点:**勾缝形式有三种 砂浆强度应保证  
嵌入砌缝为二十 七天养护不放松

路桥集团第一公路工程局历年获奖工程一览表

序号	获奖工程项目	奖励名称	获奖时间	授奖单位
1	天津塘沽新港四号路路基工程	1983 年度交通部优质工程	1984.04	交通部
2	天津塘沽新港三港池后方杂货堆场工程	1983 年度交通部优质工程	1984.04	交通部
3	小清河大桥	1984 年度交通部优质工程	1985.04	交通部
4	京秦铁路北京十字疏解朝阳区段立交工程	1984 年度交通部优质工程	1985.04	交通部
5	津塘疏港公路	1985 年度交通部优质工程	1986.09	交通部
6	京石公路一、二期工程	全国公路工程优质工程一等奖	1990.02	交通部
7	京石公路永定河大桥	全国公路工程优质工程一等奖	1990.02	交通部
		国家优质工程银质奖章	1990.01	国家技术监督局、国家质量奖审定委员会
8	内蒙乌海黄河公路大桥	全国公路工程优质工程一等奖	1990.02	交通部

续上表

序号	获奖工程项目	奖励名称	获奖时间	授奖单位
9	呼喇公路	部级优质工程	1990.02	交通部
10	天津塘沽新港东突堤南侧堆场道路工程	部级优质工程	1992.02	交通部
11	厦门大桥	1992年度福建省工程建设省级优质工程	1993.01.29	福建省建设委员会
		1993年度建设部优质样板工程	1994.01.07	建设部
		1993年度建筑工程鲁班奖	1994.12	中国建筑业协会
		1992年度全国公路工程优质工程一等奖	1993.03	交通部
12	京石公路三期工程	1992年度部级优质工程二等奖	1993.03	交通部
13	京榆公路	1992年度部级优质工程二等奖	1993.03	交通部
14	京榆公路潮白河大桥	1992年度部级优质工程二等奖	1993.03	交通部
15	国道107线新庄至山彪公路工程六标段	1992年度部级优质工程三等奖	1993.03	交通部
		107国道优质工程金马奖	1991.04.29	新乡市人民政府

续上表

序号	获奖工程项目	奖励名称	获奖时间	授奖单位
16	首都机场高速公路道桥工程	1993年度市级优质工程(样板)	1994.07	北京市创优质工程活动领导小组
		区、县、局(总公司)级优质工程	1994.03.01	北京市创优质工程活动领导小组
		1994年度建设部优质样板工程	1994.12	建设部
		1994年度交通部公路工程优质工程一等奖	1996.03.06	交通部
		1994年度交通部公路工程优质工程一等奖	1996.03.06	交通部
17	京津塘高速公路	中国建筑鲁班奖(国家优质工程)	1996.10	建设部办公厅、中国建筑业协会
		首界中国土木工程(詹天佑)大奖	2000.05.30	中国土木工程学会、中国科学发展基金会
		1994年度交通部公路工程优质工程二等奖	1996.03.06	交通部
18	京石公路北京段四期工程			

续上表

序号	获奖工程项目	奖励名称	获奖时间	授奖单位
19	沪宁公路二期安亭至新庄工程	1994 年度交通部公路工程优质工程二等奖	1996.03.06	交通部
20	太旧高速公路武宿立交桥	中国建筑工程鲁班奖(国家优质工程)	1996.10	建设部办公厅、中国建筑学会
21	青岛女姑山跨海大桥	1997 年度山东省建筑工程质量泰山杯奖(省优质工程)	1997.09	山东省建筑工程管理局、山东省建筑业联合会
22	太原至旧关高速公路	1999 年度交通部公路工程优质工程二等奖 中国建筑工程鲁班奖(国家优质工程)	2000.02.17 1997.12	交通部 建设部办公厅、中国建筑学会
23	京津塘高速公路工程建设成套技术	1996 年度交通部	1997.12	交通部
24	石安高速公路 B 合同路面工程	优质路面工程	1998.01.13	河北省交通厅
25	济(南)青(岛)高速公路	1996 和 1997 年度交通部公路工程优质工程一等奖	1998.03.06	交通部

续上表

序号	获奖工程项目	奖励名称	获奖时间	授奖单位
26	北京八达岭高速公路一期主路主桥工程	长城杯奖	1998.10.05	北京市城乡建设委员会、北京市人事局
27	沪宁高速公路(江苏段)	中国建筑工程鲁班奖(国家优质工程) 首界中国土木工程(詹天佑)大奖	1998.12 2000.05.30	建设部办公厅、中国建筑业协会 中国土木工程学会、中国科学发展基金会
28	本局18号住宅楼	区、县级优质工程	1999.12.08	北京市创优工程活动领导小组
29	交通部公路交通试验场	1999年度交通部公路工程优质工程一等奖 2000年度国家优质工程银质奖 第二届詹天佑土木工程大奖	2000.02.17 2001.03.15 2002.03.19	交通部 国家工程建设质量奖审定委员会 中国土木工程学会、詹天佑土木工程基金会
30	捐赠证书(詹天佑土木工程科学发展基金会)		2000.05.30	土木工程学会、科学技术发展基金会
31	连徐高速公路A8标	2000年度施工企业劳动竞赛“优质工程”	2001.03	中国公路运输工会全国委员会
32	北京南四环5号合同	2000年度“长城杯”	2001.08.08	北京市优质工程评审委员会



## 买公路图书，认交通品牌

### 人民交通出版社网点及主要经销店

名称	地址	电话	名称	地址	电话
上海中通书店	上海市体育会路100弄1号1701室	021-65403238	广西公路宾馆交通书店	南宁市中华路17号	0771-2416078
长安大学书店	西安市南二环路中段	029-5217504	黑龙江交通高等专科学校交专书店	哈尔滨太平区东直路234号	0451-7678801-5119
北京兴通交通书店	北京和平里东街10号	010-64227780	广西南宁城北路桥科技书店	南宁市民主路37-3号(市四中右)	0771-2816149
武汉交通科技书店	武汉交通科技大学77号信箱	027-86535739	四川交通书店	成都市东马棚街14号	028-6645575

续上表

名称	地址	电话	名称	地址	电话
济南交通高等专科学校青年书店	山东省济南市交校路7号	0531-5971642	安徽交通科技书店	合肥市蚌埠路1号	0551-4294349
四川先达父通书店	成都市武侯祠横街4号	028-5545135	呼和浩特市交通学校交通书店	呼和浩特市公园南路6号	0471-6960766
广州交通书店	广州市江南大道中220号	020-84241586	潍坊交通书店	山东潍坊市潍城区青年支路7号	0536-8359077
南京交通书店	南京市昇州南路16号	025-2201004	乌鲁木齐知海科技图书有限公司	乌鲁木齐市克拉玛依西路9号附1号	0991-4813625
贵阳云岩交通书店	贵阳市延安西路7号附8号	0851-5970166	河北新洲交通书店	石家庄友谊道南大街185号	0311-3030018