

土木工程施工技术丛书

# 路面工

---

奚好奇 编



人民交通出版社

土木工程施工技术丛书

# 路面工

Lu mian gong

奚好奇 编

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书为土木工程施工技术丛书之一《路面工》。主要以公路及城市道路路面施工、养护、管理知识为重点。内容包括：稳定土路面，块石路面，碎石路面，沥青路面与水泥混凝土路面的施工及养护技术，对工业废渣筑路技术也进行了介绍。该书结合施工具体情况进行阐述，内容通俗易懂。

本书可供从事公路及城市道路施工、管理的技术工人、管理人员及工程技术人员学习参考，也适合于作为职工技术培训教材。

土木工程施工技术丛书

## 路 面 工

奚好奇 编

责任编辑：韩 敏

· 人民交通出版社出版发行

(北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：10.75 字数：234千

1989年1月 第1版

1989年1月 第1版 第1次印刷

印数：0001—3,950册 定价：4.80元

## 前 言

本书主要介绍公路与城市道路各种路面的施工和养护技术，对各类型路面结构强度的形成、结构组合以及路面对材料与级配的要求，也进行了具体的阐述。

本书对公路与城市道路常用的石灰稳定土、泥结碎石、沥青表面处治、沥青混凝土、水泥混凝土路面的施工以及工业废渣筑路技术，作了较为详细的阐述。着重介绍了沥青、水泥、砂石料的性质与级配对路面质量的影响；各种路面的损坏情况及其机理；路面损坏的防治与维修方法。

本书读者对象以从事公路与城市道路建设的具有初、高中文化水平的技术工人为主，可作为职工培训教材，也可供公路与城市道路工程技术人员阅读参考。

本书第一、二、三、四、六、七章由奚好奇编写；第五章由陈兆龙编写。第一、二章由笪远云、陈兆龙审核；第三、四、六、七章由笪远云审核；第五章由奚好奇审核。第一章由袁瑞林校核；第二章由施芒照校核；第七章由沈一鸣校核。全书由奚好奇统稿。

编 者

一九八七、十

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| <b>第一章 总论</b> .....    | 1  |
| 第一节 概述.....            | 1  |
| 第二节 路面横断面的形式.....      | 4  |
| 第三节 对路面的基本要求.....      | 13 |
| 第四节 路面结构层次的划分.....     | 17 |
| 第五节 路面的分级与分类.....      | 20 |
| <b>第二章 稳定土路面</b> ..... | 24 |
| 第一节 概述.....            | 24 |
| 第二节 石灰稳定土路面的强度.....    | 25 |
| 第三节 石灰稳定土路面的施工.....    | 30 |
| 第四节 水泥稳定土路面.....       | 40 |
| 第五节 沥青稳定土路面.....       | 50 |
| <b>第三章 块石路面</b> .....  | 60 |
| 第一节 概述.....            | 60 |
| 第二节 高级块石路面.....        | 61 |
| 第三节 半整齐块石路面.....       | 67 |
| 第四节 不整齐块石路面.....       | 68 |
| 第五节 块石基层.....          | 71 |
| <b>第四章 碎石路面</b> .....  | 73 |
| 第一节 概述.....            | 73 |
| 第二节 水结碎石路面.....        | 74 |

|            |                 |            |
|------------|-----------------|------------|
| 第三节        | 泥结碎石路面          | 79         |
| 第四节        | 泥灰结碎石路面         | 88         |
| 第五节        | 级配砾(碎)石路面       | 89         |
| 第六节        | 碎石路面的养护         | 92         |
| <b>第五章</b> | <b>工业废渣筑路技术</b> | <b>104</b> |
| 第一节        | 概述              | 104        |
| 第二节        | 煤渣筑路            | 105        |
| 第三节        | 粉煤灰筑路           | 115        |
| 第四节        | 钢铁渣筑路           | 118        |
| 第五节        | 废渣混合料基层的施工      | 126        |
| 第六节        | 废渣结构层的工作性能与结构厚度 | 136        |
| <b>第六章</b> | <b>沥青路面</b>     | <b>140</b> |
| 第一节        | 概述              | 140        |
| 第二节        | 沥青材料            | 145        |
| 第三节        | 沥青路面的强度与稳定性     | 157        |
| 第四节        | 沥青表面处治          | 162        |
| 第五节        | 沥青贯入式路面         | 171        |
| 第六节        | 沥青混凝土路面         | 176        |
| 第七节        | 沥青碎石路面          | 205        |
| 第八节        | 路拌沥青碎石混合料路面     | 210        |
| 第九节        | 沥青路面低温与雨季施工     | 212        |
| 第十节        | 沥青路面的质量检验与施工安全  | 216        |
| 第十一节       | 沥青路面的抗滑问题       | 220        |
| 第十二节       | 沥青路面的维修与病害防治    | 226        |
| <b>第七章</b> | <b>水泥混凝土路面</b>  | <b>236</b> |
| 第一节        | 概述              | 236        |
| 第二节        | 水泥混凝土路面的构造      | 239        |

|     |                        |     |
|-----|------------------------|-----|
| 第三节 | 水泥混凝土路面对土基与基层的要求·····  | 257 |
| 第四节 | 水泥混凝土路面对材料与配合比的要求····· | 261 |
| 第五节 | 水泥混凝土路面的施工·····        | 279 |
| 第六节 | 质量检查与施工安全·····         | 316 |
| 第七节 | 水泥混凝土路面的养护维修与病害防治····· | 322 |
| 第八节 | 其他水泥混凝土路面·····         | 330 |

# 第一章 总 论

## 第一节 概 述

路面就是指按行车道宽度在道路路基上，用砂、石、沥青、石灰、水泥等材料，以各种组合形式和一定厚度所修筑的结构层。铺筑路面的目的是为了加固路基以使道路能适应各种车辆荷载的作用。使道路在各种自然因素的作用下，能够保持足够的强度、稳定性和平整度，以使车辆在道路上能快速而平稳地行驶。

路面建筑是道路建设中的一个重要环节，路面种类一般有碎石路面、砂砾路面、沥青表面处治、沥青混凝土路面和水泥混凝土路面等。路面造价在道路建设总投资中所占比例很大，尤其是高级路面要占道路工程总投资的60~80%。因此，施工中如何保证质量而建筑优良的路面，这对行车安全与舒适、快速行驶，降低车辆损耗和行车营运费、发挥运输效能、延长道路使用年限，都具有十分重要的意义。

在路面工程技术方面，全国各地的道路工人和工程技术人员，认真总结经验，因地制宜，就地取材，按路基稳定、基层坚实、面层耐用的要求进行科研、设计、施工和养护，取得了一系列的成就。

解放后不久，各地根据就地取材的原则，广泛修筑级配砾（碎）石路面，并进行相应的试验研究，适应了这一时期



交通运输的需要。50年代中期，对泥结碎石路面进行了大量的调查研究，对它的结构组合、材料规格和施工方法进行了系统的总结，使泥结碎石路面得到了推广应用，成为当时我国公路和城市道路上粒料路面常用的结构型式。它的主要优点是施工简便，能够就地取材，造价低廉。缺点是路面的水稳定性和平整度较差。为了克服这些缺点，常在泥结碎石路面上加铺磨耗层和保护层，以确保行车安全，减少尘土飞扬，延长路面寿命，减轻养护工作量。

50年代后期，我国公路部门对石灰稳定土进行了大量试验研究，不断总结经验，广泛地应用石灰土和碎（砾）石灰土修筑路面基层，取得了很好的效果，在土基软弱和翻浆路段，效果更为显著。60年代初，城市道路和公路部门利用工业废料，如煤渣、石灰渣、电石渣、水淬钢渣、矿渣等，修筑路面基层。这样不仅解决了工业废渣的处理问题，改善了城市的环境卫生，又降低了筑路材料费用，节约了筑路资金，而且修筑这种半刚性基层后，大大加强了路面结构强度和稳定性，可以减薄路面结构的厚度，尤其在软土和翻浆路段，它的优越性更为显著。

沥青路面具有表面平整、不渗水、车辆通过时噪声小、扬尘少、行车平稳而稍具弹性等优点，成为国内外最广泛应用的良好路面形式。解放前，我国筑路用沥青完全依赖进口。解放后我国连续发现不少油田，60年代初大庆油田等的石油开采和提炼，使国产沥青量迅速增长，为我们大量修筑沥青路面提供了很好的物质基础。但是，我国所产原油大多为石蜡基型，所生产的沥青主要是多蜡慢凝液体沥青，也就是所谓“渣油”，它的延展性低、稠度也低、夏天容易软化。由于蜡质在温度升高到一定值后会熔化，所以在国外一

般规定不能用石蜡基型沥青修筑路面。60年代初，我国一些省市的筑路职工，开始试验使用渣油修筑沥青表面处治和沥青贯入式路面，取得了较好的效果，以后通过改善而推广到全国各地应用。

做好路面工程建设，需注意以下几点：

1.路面工程施工线比较长，工程量又大，所消耗的材料和所需的劳动力很多，并且施工的季节性很强，所以要预先做好施工组织计划，合理安排好施工进度，实行流水作业，严格执行施工管理和质量检验制度，以确保施工质量。

2.修筑路面要耗费大量的筑路材料，它是道路投资的主要部分。我国地大物博，各地可供修筑路面的材料很多，要认真做好沿路材料的调查分析，根据因地制宜和就地取材的原则，充分利用当地的材料及工业废料，修建适用、经济的优良路面。

3.为了提高劳动生产率和施工质量，节约劳动力，必须应用高效能、低消耗的路面施工机械，逐步实现筑路和养路的半机械化、机械化与自动化。

4.道路建成初期，交通量往往较少，随着工农业生产的发展，交通量将逐渐增加，这就对路面提出较高的要求。因此，针对具体条件，在路面设计时应考虑采用分期修建的可能性，先建造等级较低的路面，到交通量增加到一定限度后，再在原有路面上加铺等级较高的路面，以节约投资，并且要考虑第一期工程能为第二期工程打好基础。

5.路面结构的整体强度和稳定性与土基的强度和稳定性密切相关。土基的强度不足和稳定性差就容易使路面发生过度的变形或不均匀的沉陷，这样就会使路面出现裂缝、沉陷、车辙、龟裂等损坏现象。因此在设计和修筑路面时，应

对路面和土基进行综合考虑，首先要设法提高软弱土基的强度和稳定性，如改善排水条件，加高土路基；在土基上层1m范围内，以最佳含水量状态进行分层压实，使密实度达到最佳密实度的95~98%；掺入粒料或结合料；设置粗粒多孔性材料隔离层及换土等。这样可以发挥土基的潜在能力，因而相对地可减薄路面的厚度，以节约大量的材料、劳动力和造价。

6.路面修筑要做到精心设计、精心施工和精心养护，以确保工程质量。要把科研、设计、施工和养护工作有机地结合起来，根据调查研究和施工养护中的资料和经验做好设计；按设计的要求，施工具体条件并吸取以往的经验教训而认真修建优质的路面，还必须及时养护好建成的路面，使路面在使用期内保持良好的状态。

7.在路面施工过程中，应统一指挥，分工协作。路面施工中有配合协作单位参加时，例如在沥青混凝土路面施工中，既有供应沥青混合料和运输物料的单位，又有供应沥青摊铺机以及压路机等施工机械的单位，如果没有统一的指挥，就很难做到协调一致，施工质量就难以保证。所以必须在施工组织部门的统一指挥下，一环扣一环，密切协作，以保证施工的顺利进行。

## 第二节 路面横断面的形式

### 一、路面横断面的形式

#### (一)槽式

一般公路和城市道路都采用槽式路面，它是在整个行车道范围内把路基挖成路槽，在槽内分层铺筑路面结构层。在整个路面宽度内（除了个别特殊情况外），一般都做成等厚

度的路面，如图 1-1 所示。

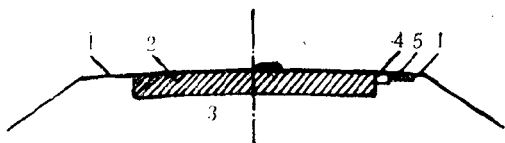


图1-1 槽式路面横断面图

1-土路肩；2-路面；3-路基；4-路缘石（侧面）；5-加固路基

## （二）全铺式（薄边式、羽翼式）

在低级公路路面上，可选用全铺式路面，它是在整个路基宽度内，路面和路肩都铺筑成路面。路面中心线部分较厚，向两侧逐渐减薄，到路边缘处厚度约为3cm，如图 1-2 所示。在石料丰产区，路基较窄的中、低级公路路面上，以及在沙漠地区修筑的公路，为了固定路肩处的砂土，可以采用这种断面形式。

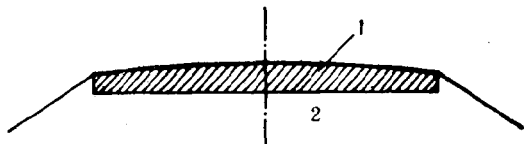


图1-2 全铺式路面横断面图

1-路面；2-路基

## 二、路拱的形式

为了保证路面上雨雪水能快速向两旁排泄，路表面应做成中间高两边低的形状，这就叫做路拱。从排水的水力计算而言，理想的路拱曲线应是三次抛物线。但三次抛物线在路

面中心线处的横坡很平坦，而在路面两侧边缘处都很陡。这既影响行车的安全和平稳性，又使得汽车两侧车轮对路面所加荷载不均匀，所以应该对三次抛物线进行必要的调整。

目前公路路面常用的路拱有二次抛物线和直线加圆弧形两种。

1) 二次抛物线形 二次抛物线形路拱如图 1-3 所示。

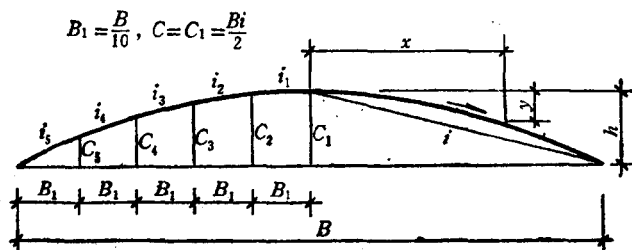


图1-3 二次抛物线形路拱

当路面横坡较大时，可采用二次抛物线形路拱，其计算公式如下：

$$y = \frac{4C}{B^2} x^2, \quad C = C_1 = \frac{Bi}{2}$$

式中：  $y$ ——纵坐标，路拱顶点与抛物线上某点的高差 (m)；

$C$ ——路拱矢高 (m)；

$B$ ——路面宽度 (m)；

$x$ ——横坐标，路拱顶点与抛物线上某点的水平距离 (m)；

$i$ ——路拱平均横坡度，以百分比计。

2) 直线加圆弧形 用两根倾斜直线组成的路拱, 在路面两侧边缘附近横坡比较平缓, 行车平稳, 但不利于路面排水。当路面横坡度  $i$  较小时, 适宜采用直线形路拱, 并在路拱中间  $1/3$  宽度内以圆弧代替, 如图 1-4 所示, 其计算式如下:

$$R = \frac{b}{2i_1}$$

$$B' = \frac{1}{3}B \text{ 或 } \leq 3m$$

$B'$ ——路拱中间圆弧的宽(m);

$i_1$ ——兩側直線橫坡度，以百分數計。

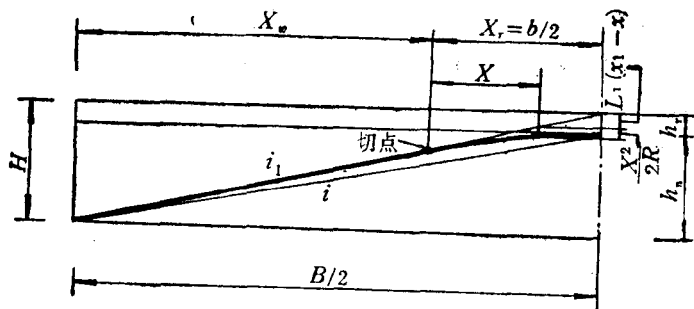


图1-4 直线加圆弧形路拱

对于城市道路，车辆比较多，有时荷载也比较大，通常路面较宽，多数都修建成高级路面和次高级路面，两侧又有路缘石（侧平石、道牙），所以常采用下面几种路拱形式。

1) 直线折线形路拱 这种路拱适宜于水泥混凝土路面，如行车道宽度大于14m，为了防止因少量沉陷造成路面积水，就可以采用这种形式的路拱，如图1-5所示。

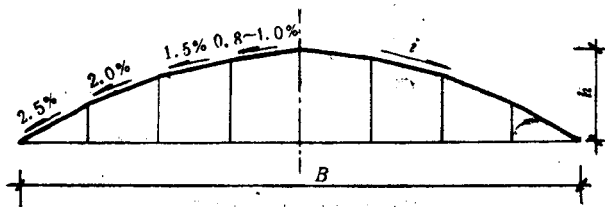


图1-5 直线折线形路拱

2) 屋顶式路拱 这种形式的路拱两旁是倾斜直线，在行车道中心两旁加设曲线或缓和直线，适用于行车道宽度大于20m的沥青路面。它的优点是车辆行驶平稳，汽车轮胎和路面的磨损比较小。缺点是在排水效果上不如抛物线路拱。

① 倾斜直线式路拱 这种形式的路拱两边是两根倾斜直线，在路拱顶部插入一对或二对倾斜直线来连接，如图1-6所示。

② 直线连圆曲线路拱 这种形式的路拱由两根倾斜直线，在路面中间部分以圆曲线相连接，所用圆曲线长度一般不小于行车道总宽度的1/10，它的半径不小于50m。为了排水通畅，在两侧离路缘石1m距离内的横坡度增加至3~4%，如图1-7所示。

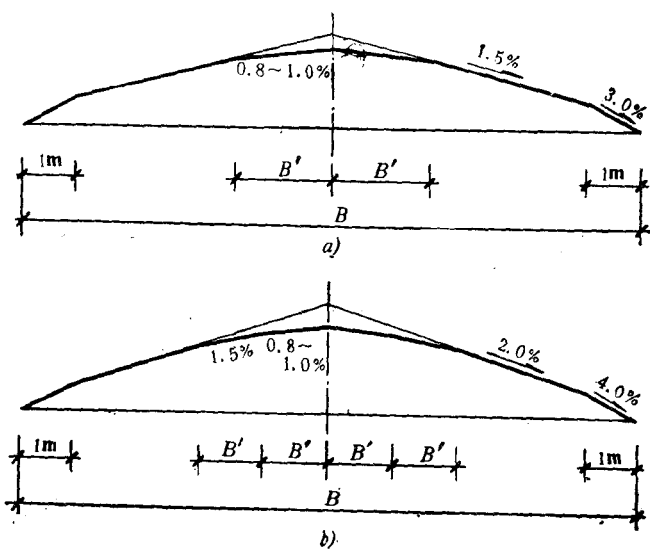


图1-6 倾斜直线式路拱  
a) 插入一对的倾斜直线式；b) 插入两对的倾斜直线式

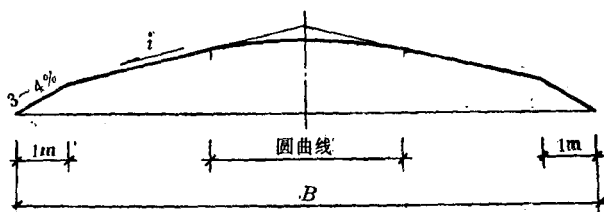


图1-7 直线连圆曲线路拱



③直线连抛物线路拱 这种形式的路拱两侧是两根倾斜直线，在路面中间部分以抛物线相连接，如图 1-8 所示。其计算公式如下：

$$a = f \frac{l - x_1}{l + x_1}$$

式中：  $a$ ——路中心至直线段起点  $D$  间的高差(m)；

$f$ ——路中心高度至路缘石  $E$  处的高程差(m)，

$l$ ——车行道宽度的  $\frac{1}{2}$  m；

$x_1$ ——直线部分的水平投影距离(m)；

$$y = Cx^2 = a$$

$$dy/dx = 2Cx。$$

此路拱的优点是抛物线的终点与直线段相切，曲线比较和顺。

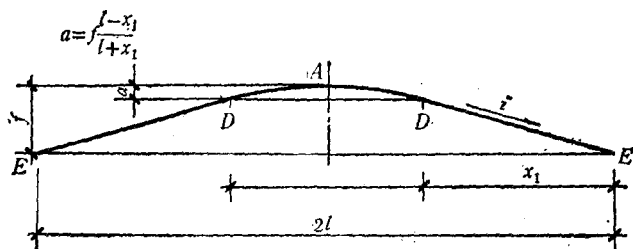


图1-8 直线连抛物线路拱

3) 抛物线路拱 这种形式的路拱是非常适合于排水要求的，但是到两侧路缘石处的横坡较陡，有时不能满足行车要求。为了弥补上述缺点，就有各种变形的抛物线，它的目的是放大路中心部分的横坡，并减小路缘石处的横坡，使得其