

公路施工工人丛书

泥 结 碎石路面

人 民 交 通 出 版 社

公路施工工人丛书

泥结碎石路面

湖南大学土木系公路工程教研室 编

人民交通出版社

1974年·北京

公路施工工人丛书

泥 结 碎 石 路 面

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷二厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 2 字数: 39千

1974年4月 第1版

1974年4月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—30,000册 定价(科二): 0.15元

(只限国内发行)

毛 主 席 语 录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

内 容 提 要

本书主要叙述泥结碎石路面的结构特点、施工方法和保证工程量的具体措施。对于路面的作用原理、养护要点和几项技术指标（例如土的含水量、液限、塑限和塑性指数）的测定方法也作了介绍。

本书可供筑路、养路工人以及从事公路建设的领导干部学习参考。

出 版 说 明

为了适应公路建设事业蓬勃发展的需要，我们计划出版一套《公路施工工人丛书》，供具有小学文化程度的公路施工工人学习，以比较系统地提高业务水平，掌握施工技术。

这套丛书计划分为：《泥结碎石路面》、《渣油表面处治路面》、《沥青混凝土路面》、《水泥混凝土路面》、《稳定土壤路面》、《过水路面》、《爆破岩石》、《路基》、《高路堤深路堑与陡坡路堤》、《浸水路堤》、《公路隧道》、《挡土墙》、《怎样看道路工程图》以及特殊地区公路路基等若干分册出版，可以作为公路部门培训路基路面工人的技术读物。

这本《泥结碎石路面》以阐述材料规格和施工操作为主，对于施工前的准备工作和竣工后的成型养护等工作也作了简要介绍。

由于我们工作经验不多，实际情况了解不够，因此，这套丛书还会存在不少缺点，希望读者提出宝贵意见，径寄北京安定门外和平里人民交通出版社，以便重印时订正。

前 言

在毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针指引下，我国的公路建设事业取得了巨大成绩。一个四通八达的公路运输网正在全国形成。公路交通事业的蓬勃发展沟通了城乡物资交流，对促进工农业生产的发展和巩固国防起了重要的作用。

随着工农业生产的飞跃发展，公路运输量大大增加，对路面质量提出了更高的要求。因此，如何提高路面质量，保证公路通行能力，是当前公路工作者急不容缓的任务之一。

泥结碎石路面是我国公路史中使用最早的一种传统性的路面结构形式，在长期使用过程中积累了不少施工和养护方面的经验。本书的目的在于使初参加公路建设工作的同志对泥结碎石路面的结构、施工和养护问题有一个基本的了解，从而在具体工作中能自觉执行操作规程，正确使用规范，以保证路面的质量。因此，本书着重叙述泥结碎石路面结构的基本原理以及施工和养护中应注意的基本问题。至于路面设计理论和方法，由于牵涉面较广，本书未列入。但为了使读者对路面学的基础理论有一个概括的了解，故在第一章内作了简要的介绍。

在本书编写过程中，湖南省交邮局公路工程公司及湘潭公路总段等单位给予大力支持，并对本书初稿提出了宝贵意见，特此致谢。

由于我们学习马列主义和毛主席著作不够，觉悟不高，理论水平较低，实践经验较少，书中可能存在不少缺点和错误，热切希望读者批评指正。

目 录

前 言

第一章 为什么要修筑路面..... 1

第一节 行驶车辆与路面的相互关系..... 1

第二节 路面结构层的作用..... 7

第三节 公路常用路面结构组合示例.....10

第二章 泥结碎石路面有些什么特点.....13

第一节 什么叫泥结碎石路面.....13

第二节 泥结碎石路面的强度是怎样构成的.....14

第三节 如何决定泥结碎石路面的厚度.....19

第四节 软弱土基路段应该怎样处理.....20

第三章 怎样修筑泥结碎石路面.....21

第一节 做好施工前的准备工作.....21

第二节 开挖路槽及设置排水盲沟.....23

第三节 铺装泥结碎石层.....25

第四节 质量检查及验收.....30

第五节 锥形块石基础.....32

第六节 碎砖路面的特点.....33

第四章 怎样养护泥结碎石路面.....35

第一节 为什么要进行路面养护.....35

第二节 磨耗层和保护层.....36

第三节 泥结碎石路面的养护及修理工作.....39

〔附录一〕 材料筛分工地试验方法.....48

〔附录二〕 土壤含水量的简易测定方法.....49

〔附录三〕 土壤液限、塑限和塑性指数的简易测定方法.....50

第一章 为什么要修筑路面

第一节 行驶车辆与路面的相互关系

在日常生活中我们可以看到，汽车在土路上行驶会产生两种现象：晴天扬尘和雨天泥泞。晴天扬尘会使汽车机件加速损坏，影响驾驶员的视距，使车速受到限制，而且也会影响路旁农作物的生长；车辆在泥泞的土路上行驶就会产生车轮打滑现象或使土路表面形成车辙。由于晴雨天的反复出现，在行车作用下路表面的状况将不断恶化，出现坑洼不平，使得行车颠簸跳动。这就会加速车辆机件的损坏，影响旅客的健康；另一方面，由于车辆跳动而产生的冲击作用，又反过来加速了土路的破坏。劳动人民在长期实践中认识到，要保证车辆以要求的速度全年正常地在公路上行驶，就需要有一个坚实、平整的表面，因此需要在土路表面上修筑一种专门的结构物来加固行车道。这种加固行车道的结构物我们就把它叫作“路面”，而原来的土路则成为支承路面的基础，一般叫作“路基”或“土基”（见图1）。

但是，怎样才能使路面有足够的力量来承受行车和自然

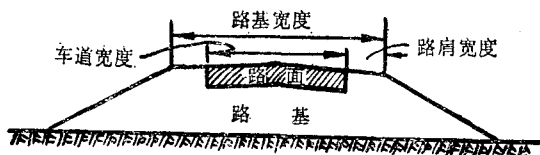


图1 路基、路面的横断面

因素（如风、霜、雨、雪等）的作用呢？要认识这个问题，首先就要研究路面的破坏过程。由于车轮的外力作用，路面产生内应力和变形。如果应力较小，卸荷后路面的变形是可以恢复的（即所谓“弹性变形”），则路面仍然维持结构的完整。但当应力超过某一限度，路面即开始产生不可恢复的变形（即所谓“塑性变形”）。在荷载反复作用下，或由于塑性变形的发展，或由于材料的疲劳，最后导致路面破坏。由此可知，引起路面结构变化，导致路面破坏是由于车轮和自然因素作用的结果。因此，我们研究路面工程就先要对影响路面破坏的各种因素有一个大概的了解。

一、车轮对路面的作用力

行驶车辆的车轮是以滚动形式运动的。它对路面的力的作用一般可以认为主要是垂直力和水平力（见图2）。

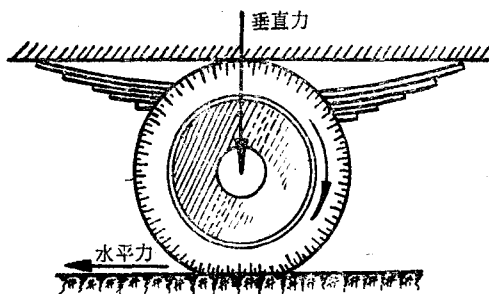


图2 车轮作用力简图

垂直力可以分为由车轮荷重产生的垂直静压力和由于路面不平引起车轮跳动而产生的冲击力。水平力是由汽车的车轮转动、换档或刹车对路面产生的水平切向作用力。下面我们简单地说明这些力的作用情况。

垂直静压力的大小由车轮的荷重决定。车辆的总重（包括自重及载重）分配至每一个车轮而作用于路面上。拿一般货车来说，前轴两个轮子约负担车辆总重的 $\frac{1}{4}$ ，后轴四个

轮子约负担车辆总重的 $\frac{3}{4}$ 。例如，我国解放牌载重汽车的总

重为8.05吨，后轴每边车轮的荷重则为2,930公斤。但是，我们还要知道，车轮的荷重是通过车轮内胎中的压缩空气传到车轮外胎，再由车轮外胎传布到路面上的。因此，垂直力

（水平力也一样）不是以集中力的形式作用在路面上，而是以均匀分布在轮胎与路面接触面积上的均匀压力的形式作用的。轮胎与路面接触的轮迹，实际上接近于椭圆形，但为了计算方便起见，通常可以将轮迹换算为与椭圆形面积相等的圆形（见图3）。将车轮的荷重除以轮迹的面积，即得到均布荷重，或称单位压力。

此外，还应该了解，在路上行驶的车辆是各式各样的。它们的车轮荷载和轮迹面积都不相同。所以在实际工作中要用路上行驶的有代表性的车辆来考虑。对其它类型的车辆要进行换算。

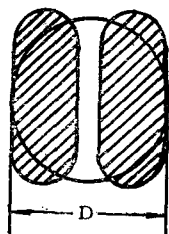


图3 轮迹相当圆面积

冲击力的大小主要根据路面状况和车速来决定。由于新修的路面有一定的平整度，同时由于行驶车辆在路面某一点处的作用时间很短，由冲击力引起的路面的内应力比静压力引起的小得多，所以在现用的路面厚度计算方法中未作专门的分析。但这并不是说冲击力对路面的破坏作用不存在了。实际上，路面是不会绝对平整的，在行车作用下路况不断变化，如果养路工作不及时，则冲击力的影响将不断增大而加

速了路面的损坏。了解这一点，使我们更加认识到养护工作的重要性。如何加强路面养护，保证路况良好，这是路面工程的一项重要内容。对泥结碎石路面来说尤为重要。

水平力是由于汽车的车轮转动、换档或刹车产生的。一般由车轮转动影响而产生的单位水平力只为均布静压力的 $0.2\sim0.3$ 。但由于突然刹车或经常刹车的影响，单位水平力可以达到均布静压力的 $0.75\sim0.85$ 。水平力对路面表层的破坏作用较大，因此，在路面设计、施工和养护工作中都要对水平力的作用给予足够的重视。

此外，由于汽车高速行驶，在车轮后部与路面接触处还会产生真空吸力的作用。这种吸力对砂石路面、特别是泥结碎石路面也有破坏作用。如果路面养护不当，则会因真空吸力影响使粘土飞散，个别骨料自路面脱出，造成坑洞甚至最后使路面松散。

上面我们简单叙述了作用于路面的几种外力。在路面设计中对冲击力和真空吸力没有进行具体的分析，而主要考虑垂直力和水平力的影响。但是，这些外力是怎样通过路面内部起作用的呢？我们知道，由于车轮的外力作用，在路面内即产生应力，这些应力的在路面内不同的位置是不一样的。一般地说，在某一车轮作用下，在荷重作用轴线上路面内的垂直应力随深度的增加而逐渐减少，水平应力也随深度而迅速减少，在一定深度以下，几乎不再出现水平应力。一般在路面深度 $5\sim7$ 厘米以下，可以不考虑车轮水平力的影响。应力分布的这个规律性可以用图4的形式表示。换句话说，我们可以得出这样一个概念：路面上部所受的垂直力作用较大，愈到下部则作用愈小，而水平力的影响主要在路面表面 $3\sim5$ 厘米范围内，对路面表层（ $5\sim7$ 厘米）以下的结构层可以不考虑水平力的影响。

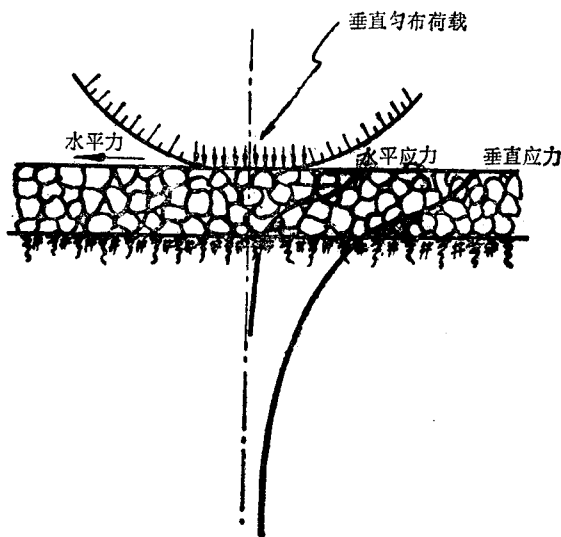


图4 路面内的应力分布示意图

了解一下应力分布的这些规律，只是使我们得到一个总的概念来考虑结构层的安排及个别结构层的强度问题。例如，对路面底层可考虑使用比面层材料强度稍低的材料；对表层所用材料则要考虑提高它的粘结力来抵抗水平力的作用等等。至于具体的路面结构设计和计算方法，本书不作详细介绍，可参考其它有关书籍。

二、自然因素对路面的影响

路面是修筑在野外的一种结构物。风、霜、雨、雪等均直接作用在路面上。这些自然因素的作用可能成为路面破坏的主要原因之一。例如，气温的变化会使黑色路面发软或变脆而形成泛油或裂缝；雨水冲击及积水会使泥结碎石路面产生坑

洞、车辙；地表水、地下水和冰冻的影响会使路基发软、翻浆等等。这些自然因素的影响是比较复杂的，因公路所在地区而有所不同。在实际工作中，我们要根据具体情况，分析主要原因，然后寻求解决的办法。例如：在南方地区，水的影响往往是主要的因素。无论对基层或面层，如果能把地下水和地表水的影响排除，则其它问题都比较容易解决。而北方地区，则冰冻及春融期往往是导致路面破坏的时刻。

三、路面结构层的强度和稳定性

毛主席教导说：“唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。”上面所讲的行车作用力和自然因素只是使得路面破坏的条件。而路面是否会被破坏，其决定的因素则是路面的内部性质，换句话说，即是路面能否经常保持足够的强度。这里所谓强度是指路面能够承受外力作用的能力。强度较高就说明路面能够承受较重、较多的车辆行驶作用。强度较低就说明路面只能承受较轻、较少的车辆行驶作用。由此可知，路面的强度要和路上行驶车辆的类型（轻、重）和行车密度（多、少）相适应。由于路面是建筑在路基上的，而且路面往往不是一层而是由几层不同材料的结构层所组成，所以路面的整体强度要由路基强度和各结构层的强度，以及各结构层间的连结情况来决定。路面各结构层强度的大小决定于所用材料的性质、构造方式、层厚以及施工质量等。

此外，我们还应该了解，路面结构层的强度不是一成不变的。在气温、降雨等自然因素影响下，强度会有所变化。例如：气温增高时，沥青路面层可能发软；水分会使泥结碎石路面层强度降低，等等。强度的这个变化性质，我们叫它作稳定性。由温度影响致使强度变化的性质，我们叫它为温度

稳定性：由水分影响使强度变化的性质，我们称为**水稳定性**。稳定性的好坏，用正常条件下的强度和自然因素影响后的强度相比较来评定。

在这一节中我们简略地介绍了影响路面破坏的各种因素，车轮与路面相互作用的一般情况。而且还了解到，路面是否破坏决定的因素是路面的强度和稳定性。我们要把路面修好，就要按照车轮及自然因素相互作用的规律性来决定各种技术措施。首先在设计时要考虑合理安排结构层，决定适当的厚度，使路面能够适应行车的需要；在施工中要着重解决各结构层的强度及稳定性问题，确保工程质量；在养护时则要力求保持路面的良好状况，防止损坏情况的发生，控制损坏情况的发展。要使路面具有良好的使用质量，在设计、施工和养护三方面都要注意，忽视任何一个环节都有可能导致路面的破坏。

第二节 路面结构层的作用

路面各结构层的强度和稳定性，以及各结构层的相互组合情况对路面整体结构强度有直接的影响。要能够合理安排结构层和对不同结构层提出必要的技术要求，就要了解各种结构层的作用。为了说明这个问题，我们先从具体的路面结构谈起，再说明一般的结构图式。

路面结构是人们在三大革命斗争实践中的产物。我国筑路职工在长期实践中研究出了很多适用于我国实际情况的路面结构形式。例如最常用的泥结碎石路面（见图5），就是利用泥结碎石层承受垂直荷重作

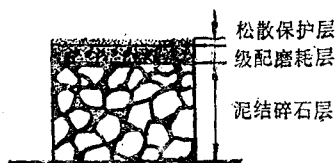


图5 泥结碎石路面结构简图

用，而在碎石层上修筑一层风化石屑或砂土级配磨耗层，以减少因水平力作用而使泥结碎石层产生脱粒、坑洞以至松散等破坏的可能性。考虑到这种磨耗层材料的粘结力较低，在车轮水平力反复作用下，磨耗层容易损坏，因此在磨耗层上撒铺一层松散砂作为保护层。在行车作用下，松散砂的位移（颗粒移动）抵消了车轮作用力（特别是水平力）的一部分能量，从而保护了磨耗层。因此，只要及时养护回砂，这种路面在中等交通量下可以维持正常交通。泥结碎石路面目前在我国公路上还是占有较大的比重。

随着我国社会主义建设事业的飞跃发展，公路交通量急剧增加，因此在很多泥结碎石路面上加铺了沥青（渣油）表面处治层。图6所示为公路上常用的结构形式之一。在这种结构中，原来的泥结碎石作为底层，主要承受自面层传来的垂直压力；加铺的石灰碎石土起加强层的作用，同时在一定程度上起着改善路面水稳性的作用；沥青（渣油）表处层

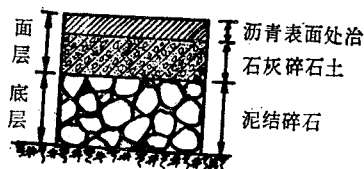


图6 沥青（渣油）表面处治路面结构简图

在这里则起着磨耗层和保护层的作用。

由上述这些例子，我们可以得出这样一个概念，即：路面结构层的安排必须适应路面的工作情况，也就是必须考虑前节所述的影响因素的相互作用情况。在实际工作中要根据不同情况来安排路面的结构层。例如，在有地下水影响的路段可考虑加铺垫层，即在土基面上加铺一层透水性材料（如砂、天然砂砾等），在路基强度不足的路段可考虑加铺块石基础，等等。总之，必须根据当地自然条件及行车情况，就地取材，因地制宜来决定路面的结构。

由于路面的结构形式很多，通常我们可用一个典型的路面结构图式来说明（见图 7）。路面一般包括面层和底层。

面层又可包括承重层、磨耗层和保护层。底层亦可包括基层和垫层等。在行车及自然因素作用下，各结构层起着不同的作用。保护层的主要作用是延长磨耗层的使用期，在新修的路面上还起着保护下层成型的作用。磨耗层是面

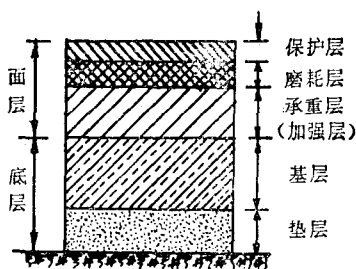


图7 典型的路面结构图式

层的一个组成部分，它直接承受行车的作用，特别是车轮水平力的作用，同时也受到降雨及气温等自然因素的影响。因此，要求磨耗层必须具有足够的强度、粘结力和稳定性。承重层主要承受垂直荷重的作用，是面层中的一个主要承重结构。基层则承受自面层传来的荷重，起着减小面层厚度的作用（因越到下层应力越小，故下层所用材料往往比上层的要求低些）。垫层主要起排水及防冻胀的作用，同时也起着减小基层厚度的作用。但是，在实际工作中，各结构层是不能机械划分的。有时一个层次同时起到两种结构层的作用。也不是说任何一种路面结构都有像图 7 所示的那么多层次。例如，沥青（渣油）表处层就同时起磨耗层及保护层的作用；炉渣基层也可以起到垫层排水的作用，等等。在一种具体的路面结构中，各层次的概念也不是一成不变的。例如，在干燥地带的路面，不设置专门的垫层时，则基层也就是底层；在泥结碎石层上直接铺筑表面处治层时，则泥结碎石层既是承重层又是基层。这时，面层和底层之间也就没有绝对分明和固定不变的界限了。我们讲这个典型的结构图式只是使我们了解不