

## 一些西方国家的路面类型简述

刘肖飞

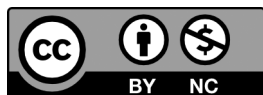
北京城建大学，北京

**摘 要** | 综述欧美水泥混凝土路面设计使用现状，通过与我国水泥混凝土路面工程实践的对比分析，指出了我国水泥混凝土路面设计施工中的主要问题和需要改进的关键技术。

**关键词** | 欧美路面；设计；使用现状

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## 1 欧美水泥混凝土路面的设计

### 1.1 路面类型

欧美水泥混凝土路面典型的有 3 种：普通水泥混凝土路面（JPCP）、钢筋混凝土路面（JRCP）、连续配筋混凝土路面（CRCP）。美国有 36 个州修建普通水泥混凝土路面，欧洲国家早期修建的大多为普通水泥混凝土路面，20 世纪 80 年代以来连续配筋混凝土路面得到了快速发展。

### 1.2 设计使用期

美国多数州水泥混凝土路面设计使用期为 11 ~ 20 年，12 个州为 21 ~ 30 年，

作者简介：刘肖飞，北京城建大学。专业方向：土木工程。

文章引用：刘肖飞. 一些西方国家的路面类型简述 [J]. 土木工程进展, 2021, 3 (2): 27-33.

<https://doi.org/10.35534/ace.0302009c>

6个州超过30年；欧洲水泥混凝土路面设计使用期很长，一般为30~40年。

### 1.3 接缝间距

美国各州处于不同气候区的普通水泥混凝土路面接缝间距为4~6 m，平均接缝间距为4.6 m；钢筋混凝土路面的接缝间距为6~24 m，平均接缝间距为12.5 m。欧洲普通水泥混凝土路面接缝间距一般为4.5~5 m，钢筋混凝土路面接缝间距一般为5~25 m。

### 1.4 基层类型及厚度

美国大多数州要求水泥混凝土路面采用排水基层。排水基层可促进路面结构排水，减少唧泥和错台现象发生。大多数州使用的排水基层级配基本上与传统密级配碎石基层相同，只是减少了细颗粒的含量。排水基层采用过滤层或土工布加以保护，以防止路基细粒土侵入。在欧洲，水泥混凝土路面粒料底基层厚度一般在20~90 cm，基层厚度范围为7.5~25 cm。基层类型较多，其中稳定类基层使用最为广泛（约80%），最常用的是水稳类基层，其次为贫水泥混凝土基层、沥青稳定类基层和粒料基层。奥地利、比利时等国在面板与基层之间设置沥青混凝土中间层，厚度为4~8 cm；虽然部分增加了初期投资，但可有效减少基层的侵蚀，对于确保水泥混凝土路面的长期使用性能非常有效。德国在面板与基层的粘结方面做得很成功，基层成型后，对准面板纵缝和横缝位置在基层上及时切缝，并严格控制面层与基层的施工时间间隔，使面板和基层形成整体，从而减小温度应力、防止界面侵蚀和反射裂缝，而非粘结式的路面常出现上述问题。

### 1.5 面板厚度

美国普通水泥混凝土路面面板厚度在湿冻气候条件下为18~34 cm，在湿暖气候条件下为18~38 cm，在干冻气候条件下为20~37 cm，在干热气候条件下为20~37 cm。

欧洲国家普通水泥混凝土路面面板厚度一般为18~30 cm，连续配筋混凝

土路面面板厚度范围为 17 ~ 25 cm。通过对比发现,欧洲水泥混凝土路面面板并不比美国厚,而允许的最大轴载却比美国大,设计使用年限也比美国长。实践证明,欧洲水泥混凝土路面设计中采取的相关技术措施,如采用非常耐久的基层和底基层、在基层与面板间设置沥青混凝土中间层、接缝传力杆集中于轮迹处和加宽行车道等,对于延长路面使用寿命起到了很好的效果。

## 1.6 排水系统

美国几乎所有设排水基层的水泥混凝土路面都配有纵向边缘排水系统。最常见的边缘排水类型是开挖沟槽,大多数州规定用和排水基层相同的材料填充沟槽。每隔 200 ~ 300 m 设置一横向排水管道,将积水从排水管导向边沟或其他排水设施。欧洲的水泥混凝土路面绝大多数都设有边沟或横向的排水管。

## 1.7 传力杆

美国多数州规定横缝必须设置传力杆,传力杆的直径在 25 ~ 41 mm 之间。

在欧洲,除了法国之外,几乎所有的水泥混凝土路面横缝都设有传力杆,传力杆直径在 20 ~ 30 mm 之间。欧洲特别强调重交通路面设置传力杆的必要性,这是从早期水泥混凝土路面不设置传力杆和排水系统,从而导致路面唧泥、错台和断裂的沉痛教训中学到的经验。德国的实践证实,传力杆对延长路面使用寿命效果明显,即使是对具有高质量稳定性处治基层的路面也是如此。传力杆的间距通常是变化的,传力杆向重载轮迹处集中优化。

## 1.8 路肩类型

美国多数州采用设拉杆的普通水泥混凝土路肩,其他的有沥青混凝土路肩和行车道加宽作为路肩。设拉杆的水泥混凝土路肩可明显减少板边缘的最大弯沉和应力。

欧洲水泥混凝土路面的路肩主要类型为沥青混凝土路肩、普通水泥混凝土路肩和粒料路肩,欧洲水泥混凝土路面的路肩很少设拉杆。在欧洲,粒料路肩使用比美国多,而普通水泥混凝土路肩使用不如美国普遍。

## 1.9 面板宽度

欧美水泥混凝土路面面板宽度通常为 3.5 ~ 3.75 m。在欧洲,行车道加宽比美国更普遍,行车道加宽对减少板边缘应力和弯沉十分有效。

## 1.10 车辆轴载

欧洲允许的货车轴载比美国允许的货车轴载要大。欧洲各国混凝土路面单轴轴载限值为 10 ~ 13 t,欧共体拟以 11.5 t 作为单轴轴载限值,19 ~ 21 t 作为双轴轴载限值,26 t 作为三轴轴载限值,且实际行车轴载要比规定的轴载限值大。由于欧洲允许的车辆轴载大,路面设计使用寿命长,使得折算的当量标准轴载累计作用次数非常大。

# 2 水泥混凝土路面使用及维修

## 2.1 美国

美国高速公路网中,水泥混凝土路面占 49% 左右。经过多年使用,州际公路和干线公路水泥混凝土路面已进入修复期。调查分析表明,除正常的疲劳破损外,造成水泥混凝土路面使用质量下降的主要原因有:(1)集料不耐久,在伊利诺斯州,集料引起的开裂使路面寿命下降了 20% ~ 70%;(2)设计不合理,板厚偏薄,未考虑排水等;(3)接缝处置不好,造成碎裂。相反,采用了排水基层、设置完全的排水系统、水泥混凝土路肩设置拉杆、减少板长和传力杆防锈等措施的水泥混凝土路面使用寿命较长。对于损坏相对较少的路面,即接缝碎裂或断板开裂在 10% ~ 20% 以下时,换板是经济效益最好的方案。对于损坏严重的路面,重建是首选方案,混凝土再生成为重建的常规手段。混凝土再生是指将现有路面破碎,并作为新建路面基层材料的一种重建方法。对于损坏较严重的路面,也可采取罩面的方式维修,包括分离式和结合式两种。分离式罩面仅需有限的罩面前修补,对损坏较严重的路面,分离式加铺是比较有效的修补技术,如现有路面较好,结合式则较为经济。在美国,分离式加铺层的厚度依照路况和交通量决定,一般在 15 ~ 30 cm 之间。当旧路面接缝错台大于 5 mm 时,建议加铺隔离层,隔离层一

一般为热拌沥青混凝土，厚度在 25 ~ 38 mm 之间。对于较厚的隔离层，可不治理接缝的错台，如隔离层较薄，应清除大于 6.4 mm 的错台。结合式加铺对旧水泥混凝土路面表面处治要求高，常用冷磨法和喷砂法。层间结合是关键，结合料常用水泥浆和环氧树脂。结合式加铺层厚度较薄，一般为 76 ~ 152 mm，所以要求的集料最大粒径较小。结合式加铺层接缝与下层旧路面接缝允许错开距离在 25 mm 之内，结合式加铺施工中最关键的工序是养生。

## 2.2 比利时

在欧洲，比利时是使用水泥混凝土路面最多的国家，目前有 50% 的高速公路是水泥混凝土路面。用水泥混凝土加铺旧路面在比利时是常用的方法，20 世纪 80 年代约有 500 km 旧水泥混凝土路面和沥青混凝土路面采用了连续配筋混凝土罩面，罩面厚度为 20 cm，纵向配筋率为 0.76%，且在连续配筋混凝土加铺层与旧混凝土路面间铺设了沥青混凝土中间层。20 世纪 70 年代末比利时也曾修建了不设沥青混凝土中间层的连续配筋混凝土路面，结果导致面层损坏较多，所以在修订的设计规范中又重新明确必须采用沥青混凝土中间层。

## 2.3 法国

法国 20 世纪 60 年代起修建了接缝不设传力杆的素水泥混凝土路面，基层为无内部排水结构的水泥处治基层，20 世纪 70 年代由于重载卡车交通量增长，每年增长 10%，导致路面出现唧泥、错台及断板等破损现象，损坏了水泥混凝土路面高性能的名声，从而限制了水泥混凝土路面在法国的使用，这与我国目前水泥混凝土路面的现状非常相似。经多方努力，不断更新设计观念，并在以下几方面作出了重大改进，使得水泥混凝土路面在法国重新得到重视。

- (1) 采用抗侵蚀的贫水泥混凝土基层（7% ~ 8% 的水泥用量）；
- (2) 设置纵向排水系统；
- (3) 采用传力杆提高横缝传荷能力。

法国最近每年建成的高速公路约有 30% 为水泥混凝土路面，连续配筋水泥混凝土路面已被广泛用于高速公路。法国水泥混凝土路面的曲折发展过程值得

我们深思。

## 2.4 德国

德国是大量使用水泥混凝土路面最早的国家，绝大多数高速公路都是普通水泥混凝土路面，且使用性能很好。德国水泥混凝土路面典型结构是不配筋的水泥混凝土短板，板厚为 16 ~ 27 cm，中等交通下，最小板厚为 22 cm，横缝均设置传力杆，纵缝设拉杆，基层为高质量的水稳性基层，28 d 抗压强度达 12MPa，并在基层锯切横缝。由于战争时代钢材受到严格控制，德国在长期修建和使用素水泥混凝土路面方面积累了非常成功的经验，对我国水泥混凝土路面的健康发展具有重要的借鉴意义。

## 3 结语

在欧美国家高速公路网中，水泥混凝土路面总量占 50% 左右，且绝大多数水泥混凝土路面使用现状达到了设计要求，特别是德国、比利时等国的水泥混凝土路面表现出非常卓越的长期使用性能。我国高等级公路中水泥混凝土路面所占比例并不高，高速公路和一级公路约占 25%，二级以下公路所占比例约为 40%，但很多水泥混凝土路面远未达到设计使用寿命期就出现了大面积的破损现象，严重影响了水泥混凝土路面在我国的声誉和使用前景。

通过与欧美国家水泥混凝土路面的对比分析，可以发现我国水泥混凝土路面主要存在以下严重不足：

（1）水泥混凝土路面设计中排水设计极为薄弱，基层及边缘排水不畅，导致基层软化，造成唧泥、错台和断板现象严重。

（2）路面结构整体强度不足，横向缩缝设置传力杆这一关键技术一直未能得到推广应用，导致错台严重，大大降低了水泥混凝土路面的行车舒适性。

（3）原材料质量控制较差，机械化施工水平低，先进的滑模施工技术普及程度不够，小型机具、人工施工的水泥混凝土路面质量严重失控。我们应认真学习和借鉴欧美国家水泥混凝土路面设计施工中的成功经验，深刻总结我国水泥混凝土路面大面积早期损坏的惨痛教训，从结构组合设计、路面排水系统、

缩缝传力杆设置、原材料质量控制和大型机械化施工等方面全面提升水泥混凝土路面的长期使用性能,从而奠定水泥资源大国的水泥混凝土路面应有的优势和地位。

## 参考文献

- [1] 梁仁友. 美国公路路基边坡的治理 [J]. 路基工程, 1988 (1): 78-81.
- [2] 张爱霞, 范莹莹, 赵发祥. 荷兰和比利时的双层排水沥青路面 [J]. 中外公路, 2008.
- [3] 张旺, 黄仁基. 谈公路排水问题 [J]. 湖南交通科技, 2006.
- [4] 曹东伟, 胡长顺. 旧水泥混凝土路面沥青加铺层力学分析 [J]. 西安公路交通大学学报, 2001.
- [5] 谢剑康, 李艳萍. 国内外排水沥青路面应用研究 [J]. 河南科技, 2012 (5): 91-91.

## Summary of Pavement Types in Some Western Countries

Liu Xiaofei

*Beijing University of Urban Construction, Beijing*

**Abstract:** This paper summarizes the present situation of cement concrete pavement design and application in Europe and America. The main problems in the design and construction of cement concrete pavement in China and the key technologies to be improved.

**Key words:** European and american pavement; Design; Current situation of use