

37671

125717

高等学校教学用书

道路建筑

中 册

Н. Н. 伊万諾夫著



高等教育出版社

高等学校教学用书



道 路 建 筑

中 册

路 面 建 筑

H. H. 伊万諾夫著
翁 朝 庆 译

高等教育出版社

本書系根据苏联公路運輸出版社 (Автотрансиздат) 出版的技术科学博士 Н. Н. 伊万諾夫 (Иванов) 教授著的“道路建筑”中册 (Строительство автомобильных дорог, часть II) 1957 年版譯出。原書經苏联高等教育部审定作为“道路”专业教学参考書。

全書共三册。上册已由我社出版。中册共十章，根据苏联以及各国的現代技术叙述了路面建筑問題，列举了对路面施工以及对各种气候与自然地理条件下的材料的一般要求，并根据先进施工方法叙述路面建筑的組織工作。

本書除适用于高等工业学校作为教材之外，亦可供道路工程技术人员参考之用。

本書由同济大学翁朝庆教授翻譯。

道 路 建 筑

中 册

Н. Н. 伊万諾夫著

翁朝庆譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 054 号)

京华印書局印刷 新华書店發行

統一書号 15010·577 開本 850×1168 $1/32$ 印張 15 $4/16$

字數 369,000 印數 1—1,800 定價 (T) 洋 2.10

1959 年 2 月第 1 版 1959 年 2 月北京第 1 次印刷

序

苏联共产党第二十次代表大会的指示規定，在建筑 and 建筑工程方面要再增多投資，要依靠集中投資、改善設計、推广定型設計、消除設計中的浪費現象，并考虑科学与技术的最新成就，而更有效地运用物質資源。指示里規定要依靠进一步地工业化，千方百计地貫徹綜合机械化，向工程上供应最完善的机器与机械，把平行工作的小型建筑机构加以归并，建立地区的包工建筑机构，改善劳动組織并减少附屬輔助工作中的劳动消費量，而使建筑工程劳动生产率的提高不少于 52%，建筑安装工作的造价降低不少于 7%，并提高建筑安装工作的質量。

在第六个五年計劃內，汽車運輸的貨运量应当大約增多一倍。公用汽車運輸的比重应当大大提高，这类的貨运量要增加到 400 亿吨-公里(增加 3.3 倍)。应当更多地利用拖車，并增多客运——出租小客車的要增加 2 倍，大客車的要增加 2.5 倍。应当广泛新建与改建有硬質鋪砌層的道路。

本教学参考書的中册討論綫路上道路建筑工作的現代工艺与組織方法，并考虑到國內外的施工經驗、先进生产者的成就、科学研究的成果、所發生的失敗的分析，以及所用工艺过程与推荐的方案的經濟性。

参考書的中册主要相当于“道路”专业現行教学計劃中“道路建筑組織、計劃与工艺”課程的第三部分。

为了把教材叙述得更清楚更連貫起見，書中在編排上作了若干改动。例如，碎石土鋪砌層移到碎石鋪砌層与基層一篇內講述。礫石土鋪砌層則与礫石鋪砌層合并起来，因为它們之間沒有重大

的差別。用矿質結合料改善土壤这一段是在基層这一篇內講述，而为了講述的严整起見，用有机結合料改善土壤这一段則在采用有机結合料的鋪砌層与基層这一篇內講述。高級塊料路面是跟拳石与粗琢塊石路面分开來講的。輾压与鋪砌層强度的保証兩項理論問題，則專列一章。

在編写本書时，已故技术科学副博士 A. A. 阿尔謝聶夫参加了准备 § 20 的第一至第五小节和 § 33 的施工組織实例。

著者对于哈尔科夫汽車道路学院“道路建筑与养护”教研組成員和 A. A. 尼古拉伊夫工程师在本書准备出版时提出过宝贵意見和資料，以及对本書編輯、技术科学副博士 A. K. 斯拉符茨基表示謝意。

目 录

序	v
第一章 路面的分类	1
§ 1. 路面结构层	1
§ 2. 道路铺砌层与基层的分类	2
第二章 低技术等级的铺砌层	9
§ 3. 一般资料	9
§ 4. 剖形建筑的土路	11
§ 5. 添加骨料改善的土路	13
§ 6. 最佳成分的矿质混合料	17
§ 7. 改善土路用的材料	33
§ 8. 用碎石材料和砾石材料的土路改善工作	35
§ 9. 用矿碴的土路改善工作	36
§ 10. 用泥煤和制糖工业废料的土路改善工作	37
§ 11. 用掺合料改善土路的施工	38
第三章 基层建筑	44
§ 12. 基层的下层	44
§ 13. 用无机结合料处治的土壤所建造的基层	59
§ 14. 石料建造的基层	72
§ 15. 基层建筑冬季施工的特点	80
第四章 过渡式铺砌层的建筑	84
§ 16. 概述	84
§ 17. 碎石铺砌层和基层	87
§ 18. 砾石和碎石土铺砌层与基层	110
§ 19. 粗砾块石和卵石块料路面	126
§ 20. 某些施工组织问题	134
第五章 高级铺砌层	157
§ 21. 概述	157
§ 22. 采用矿质结合料与有机结合料的铺砌层的分类	159
§ 23. 采用矿质结合料的碎石铺砌层	162
§ 24. 采用有机结合料的铺砌层	167
§ 25. 用有机结合料的表面处治	193
§ 26. 有机结合料灌入的碎石铺砌层	216
§ 27. 路拌法的铺砌层与基层建筑	228
§ 28. 机拌(轻型铺砌层)	254

§ 29. 用表面处治、灌入和拌和各法建造鋪砌層时的失敗原因和改善其建筑方法的途徑	202
§ 30. 建筑时期对鋪砌層的保养・工程的驗收	205
§ 31. 施工方法的选择	206
第六章 瀝青混凝土鋪砌層	273
§ 32. 瀝青混凝土鋪砌層及其所用材料的特性	273
§ 33. 热鋪瀝青混凝土	276
§ 34. 冷鋪瀝青混凝土混合料	311
§ 35. 摊鋪地瀝青	315
§ 36. 采用有机結合料建造鋪砌層时的野外檢查	319
§ 37. 建造瀝青混凝土鋪砌層时的可能失敗原因及消除失敗原因的途徑	322
§ 38. 防滑措施	323
第七章 有机結合料处治的石料混合料所造鋪砌層的强度和稳定性	325
§ 39. 概述	325
§ 40. 影响鋪砌層摩擦力和粘聚力數值的各因素	327
§ 41. 抗压力、抗拉力、抗剪力、抗压入力	331
§ 42. 鋪砌層的相对延度	338
§ 43. 不同溫度时所需的鋪砌層强度与稳定性的标准	339
第八章 压实基層与鋪砌層的理論前提	359
§ 44. 概述	359
§ 45. 从理論前提得出的結論	361
第九章 高級塊料路面	371
§ 46. 一般資料	371
§ 47. 天然石料的高級塊料路面	371
§ 48. 用人造石料的塊料路面	377
§ 49. 鋪砌層的联接与交叉	382
第十章 水泥混凝土鋪砌層和基層的建筑	385
§ 50. 概述	385
§ 51. 水泥混凝土鋪砌層和基層的构造	390
§ 52. 对于水泥混凝土鋪砌層和基層所用材料的要求	410
§ 53. 施工	417
§ 54. 用預制版的水泥混凝土鋪砌層的建筑	453
§ 55. 低溫时的水泥混凝土鋪砌層的建筑	462
§ 56. 混凝土鋪砌層的檢查与驗收	464
§ 57. 筑路混凝土質量的檢查	465
§ 58. 建造水泥混凝土鋪砌層时的失敗原因及消除失敗的途徑	407
附录	474
参考書刊	476

第一章 路面的分类

§ 1. 路面結構層

路面是指用不同材料鋪設在車行道寬度上的一層或數層的結構層，它的目的在于使道路的車行道具有必要的平整性、粗糙性、强度和穩定性。在道路建築的實踐中，在大多數情況下是采用多層路面結構，各層的強度和耐凍性通常是逐層減低的。

在多層路面中可劃分為下列兩種主要結構層：鋪砌層和基層。

鋪砌層起着磨耗層或上層承重層的作用，它應當保證車行道的使用-運輸品質，即：平整性和很小的行車阻力，充分的粗糙性，不揚塵以及較長的修理間隔時間。也用鋪砌層來增高路面的強度，並防護整個結構以免滲水。

基層是主要的承重層，它保證整個路面的強度和穩定性。不應當允許基層在路面中構成累積的殘余（塑性）形變，以致引起局部損壞與不平整，並因而縮短了鋪砌層的使用期限。

根據用途、所用材料的性質、施工的工藝特點以及基層強度與穩定性的不同，鋪砌層可以由一層或幾層組成。

鋪砌層可劃分為下列的層次：

1) 主要層，它表征鋪砌層的使用性質；主要層可以一次做成，或分幾次做成；

2) 磨耗層，這層要隨着汽車輪胎所磨耗的程度而定期予以恢復，要用最堅強和耐凍的石料來建造，通常要添加足夠的結合料，以保證鋪砌層具有粗糙性和不透水性；

3) 临时保护層, 这層主要是用来提高还没有完全构成^①的鋪砌層表面的稳定性, 并用来在鋪砌層的构成时期内防止水分侵入鋪砌層的下層和基層里。保护層是准备供短期使用的, 可以用較便宜和强度較差的材料来建造。

根据結構、所用材料和施工方法的不同, 基層也可以由强度逐漸減弱的兩層和多層組成。基層由兩層和多層組成时, 基層的下層就叫做补充層, 这層不仅可以增高路面的强度, 并且也可以供排水、整平或增大耐冻層厚度之用。

§ 2. 道路鋪砌層与基層的分类

根据整个的使用性質(最高行車速度、远景交通密度与交通性質、整个結構的重要性、鋪砌層的修理間隔期限)和技术經濟指标(造价和修理費、运输成本、費用的偿还期限), 道路鋪砌層可以分为以下三大类: 高級的、过渡式的和低級的。

高級鋪砌層按照工作能力^②和修理間隔期限又可分为主要高級鋪砌層和輕型高級鋪砌層。

表 1 里載列主要类型的道路鋪砌層的分类。

有高級鋪砌層的道路是为了全年使用而建造的。在有过渡式鋪砌層的道路上, 有时要在年度的最不利时期内限制重型汽車的通行。

在大多数情况下, 低技术等級的鋪砌層要在年度的不利时期内在某种程度上限制汽車的通行。

① “构成”的含义是給予路面以适当的密实度与結構, 以保証个别矿質粒料的粘結——譯者注。

② 鋪砌層的工作能力是具有某种标准交通密度时, 在鋪砌層恢复性修理(大修或中修)間隔期限内可以在路上通行的汽車輛数或总吨数。由于气候因素的影响, 交通密度变动时, 会使工作能力的数值也变动。

表 1. 主要类型的道路鋪砌層的分类*

鋪砌層类型	鋪 砌 層 名 称	相 对 的 运输費用	标准的交通密度 (按每晝夜輛數計)
I. 高級的			
a) 主要的	1) 水泥混凝土.....	1.0	3000 以上
	2) 瀝青混凝土.....	1.0	3000 以上
	3) 鋪在堅強基層上并用結合料灌縫的高級塊料.....	1.1	2000—3000
6) 輕型的	1) 用有机結合料的灌入式和半灌入式.....	1	至多 1500—2000
	2) 无矿粉的黑色碎石(机拌).....	1	2000—2500
	3) 薄層(冷鋪)瀝青混凝土.....	1	至多 1500—2000
	4) 用有机結合料的礫石或碎石路拌式.....	1	至多 1500
	5) 有表面处治層的过渡式鋪砌層.....	1.1	至多 1200
	6) 鋪在砂層上的高級塊料.....	1.15	至多 2000
II. 过渡式的	1) 不用結合料的碎石的, 碎石土的, 礫石的, 矿渣的鋪砌層.....	1.25—1.3	250—300
	2) 用矿質結合料或有机結合料加固(稳定)的土壤.....	1.15	至多 500
	3) 粗琢塊石鋪砌的.....	1.85	至多 1000
III. 低級的	1) 添加粗骨料(碎石, 礫石, 砂礫等)加固的土壤.....	1.5	至多 250
	2) 級配成分經揀选的土壤(用砂, 爐渣, 泥煤等等改善的).....	1.70	至多 200

* 跟“建筑定額与法規”(CHHII)与“标准与技术规范”(HHTV)所列分类比起来, 这项分类已經由著者稍許扩大和改动了。

为了和苏联所采用的道路鋪砌層分类比較起見, 下面列述美国所采用的分类①。

这种分类中的高級鋪砌層包括水泥混凝土(25年)②, 瀝青混凝土(17年), 煉磚和方石塊(20年), 以及鋪砌層与基層总厚大于

① 美国“公路”杂志(Public Roads), 1956年6月号。

② 括弧內的数字为鋪砌層的可能使用期限。

18 公分的、用有机結合料以拌和法(13 年)或灌入法(18 年)处治的鋪砌層。

中級鋪砌層包括鋪砌層与基層总厚少于 18 公分的、用有机結合料并以拌和法、灌入法(層厚大于 2.5 公分)处治和表面处治(層厚小于 2.5 公分)的鋪砌層。这些鋪砌層的可能使用期限是 13—18 年。

低級鋪砌層包括改善的土路,并包括用結合料加固的(5 年),用礫石、碎石加固的(8 年),以及沒有用結合料处治其上層的类似的鋪砌層。

表 2 里載列基層的分类。

基層主要是按所用的材料来分类的。基層时常是用几層不同材料建造而成的——下層用强度較差而較便宜的材料建造,上層則用較坚强和耐冻的材料。

考虑到技术經濟条件和一定气候与水文条件(潤湿类型)下的充分耐久性,来选用某种材料建造基層;而厚度則是通过强度計算[20]^①来規定的。

上面如果鋪設水泥混凝土鋪砌層,应当把基層均匀地充分压实,基層应当保証当路基冻结与融解时使鋪砌層不發生不均匀的升高(冻脹)。上面如果鋪設其他种高級鋪砌層,特別是鋪設瀝青混凝土时,除了上述要求之外,基層还应当坚强,并在受到荷重时具有最小的形变能力,以免在鋪砌層上构成裂縫。尤其是对于热鋪的双層瀝青混凝土和冷鋪瀝青混凝土以及热鋪的黑色碎石而言,基層材料的形变模量不应低于 900—1000 公斤/平方公分,而对于單層热鋪瀝青混凝土,則基層材料的形变模量不应低于 1100—1200 公斤/平方公分。对于用液体瀝青制备的黑色碎石与礫石,

① 方括弧内所列数字相当于所附参考書目中的編号。

表 2. 基層的分类

基層的类型及其用途	应 用 的 方 法
水泥混凝土(用于主要高級鋪砌層)	可以直接鋪在土壤上,或礫石、砂、矿渣及稳定土壤等層次上
碎石(用于高級鋪砌層与过渡式鋪砌層)	在砂、礫石和貝壳層上或石質基層上鋪設一層或几層(視总厚度而定),順序輾压与鋪設。有时,用結合料来处治
塊石(用于水泥混凝土以外的高級鋪砌層,用于过渡式鋪砌層者較少)	1. 石板、片石、拳石、錐形塊石上面通常要复盖碎石層;直接鋪設在土壤上,或砂、礫石与貝壳等層次上
礫石或类似的材料,碎石土(用于高級鋪砌層与过渡式鋪砌層)	2. 粗琢塊石或拳石塊料層鋪設在砂層上。作为基層,或只作为基層的下層,按一層或分几層直接摊鋪在路基土壤上,或鋪在砂層上,并予压实。用結合料处治,或不处治
砂,在上述四类基層之下	摊鋪在压实的路基土壤上,并予压实
用結合料处治的土壤(具有有利的水文气候条件时,用于高級与过渡式鋪砌層之下)	采用能改变或保持在土壤受潮与干燥时的土壤物理力学性質的材料(瀝青、柏油、水泥、石灰、憎水性掺和料),来处治土壤,或处治已添加骨料改善过的土壤
質量不經常均匀的各种工业廢料和其他材料,例如:碱性矿渣,各种質量的煤所烧成的爐渣,碎磚,貝壳,燒結岩等(只用于基層的下層)	按一層或分几層摊鋪与压实
改善的路基土壤(根据气候条件而用于輕型高級鋪砌層与过渡式鋪砌層之下,以及基層的下層中)	干却,压实,添加粗骨料

基層材料的最小模量可以較低,但不低于 800 公斤/平方公分^①。

滿足这些要求的材料有: 妥为压实的碎石(形变模量 1200—1300 公斤/平方公分), 添加了軋碎料的坚硬品种的礫石及不含过多細土的碎石土(800—1000 公斤/平方公分), 用水泥加固的土壤

^① 見著者在苏联“公路”(“Автомобильные дороги”)杂志 1957 年第 7 期的文章。

(900—1200 公斤/平方公分), 用有机結合料或矿質結合料处治的碎石土、或处治的含細土稍多的礫石(>800 公斤/平方公分), 以及塊石(必要时, 上面加鋪平整層)。在停車处和城市中的交叉口, 对于基層的要求应当提高(形变模量不低于 1200 公斤/平方公分)。

如果采用未用結合料处治的礫石混合料, 或用有机結合料处治而含細土过多的碎石混合料, 未添加骨料的或添加骨料少于 50% 的土壤, 用石灰或低标号水泥加固的土壤, 以及質量不均匀的工业廢料(碱性矿渣, 燒結岩, 碎磚等)作为基層, 就需要在它們上面鋪設厚度不少于 5—6 公分而有充分剛性的碎石層, 或結合料处治的礫石混合料層。

作为瀝青混凝土鋪砌層下的基層用的水泥混凝土, 应当有充分粗糙的表面, 通常是用机械化方法保証这种粗糙性的。

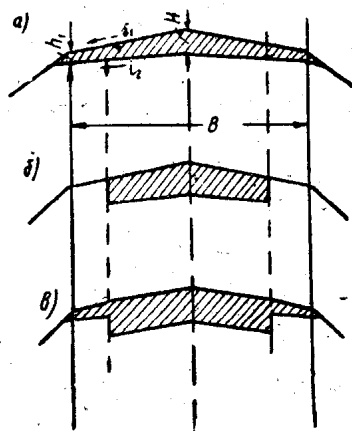


圖 1. 横断面:

a—鐮刀式; б—槽式; б—半槽式。

全部寬度內建造路面, 在路中綫处把路面做成最大厚度, 并逐漸減薄, 在路边处厚度达 3—5 公分。

在下列的情况下可能采用这种构造:

按照路面的总厚度和所用的材料, 把路面層布置成鐮刀式断面, 或放置在半路槽或路槽中(圖 1)。主要是在建造低技术等級的鋪砌層和某些过渡式鋪砌層时, 采用鐮刀式断面。

建造高級鋪砌層和大部分的过渡式鋪砌層时, 采用槽式断面, 或有加固的路肩的半槽式断面。

圖 1, a 中列示 鐮刀式断面; 采用这种断面时, 在路基的

$$H = \frac{i_1 - i_2}{2} B + h_1, \quad (1)$$

其中: H ——路中綫处的路面厚度,公尺;

i_1 ——路面的横坡;

i_2 ——路基的横坡,而 $i_1 > i_2$;

B ——路基的宽度,公尺;

h_1 ——路边处的路面厚度,公尺(通常为 0.03—0.05 公尺)。

具有通常采用的横坡和路基宽度时,所得 H 大致为 15 公分。

鐮刀式断面有下列优点:

1) 路肩是用与車行道相同的材料来加固的;这样就防止了汽車輪胎和修养道路所用的机器从路肩把淤泥帶到路上;

2) 如果采用渗水的路面,則渗下来的水可以沿路基横坡流动,这样就免得要建造特殊的排水构造。

鐮刀式断面的缺点是只能应用于輕型道路結構,因为 $H > 15$ 公分时所需的材料用量比槽式断面的增多了很多。

圖 1,6 中列示槽式断面,采用这种断面时,只在車行道的宽度內建造路面。

槽式断面的优点有:可能采用任何种厚度的路面(在車行道宽度內等厚的或不等厚的);有了路槽的側壁,就便于用非粘性或粘性很低的材料来建造路面。

槽式断面的缺点有:需要建造排水构造,来排除可能进入路槽里的水(特别是有渗水路面时);易于把路肩上的淤泥帶到鋪砌層上,这点不仅对于行車不利,而且也對鋪砌層的质量有不良影响。

圖 1,6 中列示半槽式断面,这种断面是槽式断面和鐮刀式断面的混合形式。采用这种断面的目的在于不仅具有槽式断面的优点,而且还保証不从路肩把淤泥帶过来。采用这种断面时,路肩的加固工作可以和整个路面上層結合在一起施做,也可以用別种較

便宜的材料单独来加固路肩。往往只在路肩的一部分宽度内加固路肩。

城市道路结构的断面有其本身的特点。圖 2, a 中所示为只有人行道的路面断面, 而圖 2, б 中列示同时有电车道和绿化种植物时的路面断面。这两种情况都是槽式断面的变型。

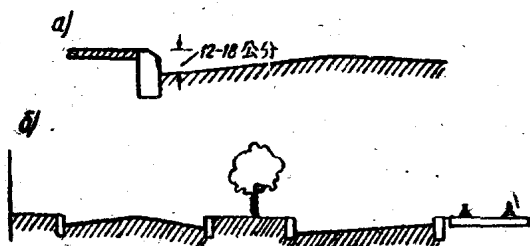


圖 2. 城市道路的横断面:

a—只有人行道时; б—有绿化种植物和电车道时。

根据交通密度、交通成分、规定的交通速度、以及是否需要在年度的任何时期内保证通车等等条件, 路面构造可能有很大的变动, 从能保证排水并以粗粒掺合料加固路基土壤的简单断面起, 一直到由一系列的结构层组成的路面并加铺高级铺砌层那种构造为止。

第二章 低技术等級的鋪砌層

§ 3. 一般資料

在 IV—V 等道路上,交通密度低于每晝夜 200—300 輛汽車时,采用低技术等級的鋪砌層。所有这种鋪砌層通常都是不用專門的基層来建造的,它們属于土壤鋪砌層一类,也就是这种鋪砌層主要是由当地土壤組成的,在个别情况下,在不同的厚度中添加粗骨料(碎石、礫石)或較細材料(中粒砂,小礫石,爐渣,矿渣等)来改善,而不能保証在全年內有一致的使用品質。根据排水状况、潮湿处路堤边缘的提高度、土壤与气候条件、交通密度与性質以及掺合料的数量与質量,土壤鋪砌層可能在春秋时期(在砂土上則在夏季)大大降低其强度,以致由于重型汽車会在上面构成深的車轍,而使这种汽車不可能在上面行駛(圖 3 与圖 4)。在构成深車轍之



圖 3. 干了的粉砂土質泥路(烏茲別克斯坦)。



圖 4. 潮湿的粉砂土質泥路(第 II 气候区)。

后,輕型汽車也就不可能行駛了。

遇到粘土質和杂粘土質土壤时,即便是沒有由于重型运貨汽車經行而构成的車轍,較輕型汽車,也难于在上面行駛。

低級鋪砌層的特性是路面强度最低,准許有較大的相对形变(約 0.06 以上),所以需要在受潮时期以后用机械化工具有系統地进行整平,或則反过来,使其干却(非粘性土壤)。

如果能够保証良好的排水情况,有系統地加以拖刮和整好剖形,在最不稳定的地方加撒骨料来加固,并及时地禁止重型汽車通行,則用粘性土壤做成的道路的通車性能可以大大改善。

不論是沒有改善的天然土壤,还是在个别段落或在全段上改善的土路,都可以建造在高路基上,或建造在不高的路堤上(所謂重叠式断面)。

在过分潮湿地区(第 II 气候区)以及在其他气候区而不能保証地面排水或地下水靠近地面时,土路的路基应当滿足下列要求:路基边缘須高出地下水水位和地面达最少的必要提高度。