

裝拆式鋼筋混凝土路面

技術科學碩士 A.B. 雅可夫列夫著

徐吉謙 合譯
令狐世津

人民交通出版社

臨牀式病態生理學

原 著 者 J. A. J. 普特 博士

中 文 譯 者
李 國 雄 博士

香港大學出版社

这本小册子阐明由作者提出而应用于公路上的装配式（作为常备的）钢筋混凝土路面的先进经验。

这本小册子引用的材料证明，装配式钢筋混凝土路面，在技术经济方面较之普通的土路和轨枕式道路优越。书中并叙述了路面的结构、路面构件在工厂和露天预制场的制造方法，以及道路修筑方法与养护的基本规则。

这本小册子供设计和施工组织方面的工程技术工作者之用。

装配式钢筋混凝土路面

А. В. ЯКОВЛЕВ
КАНДИДАТ ТЕХН. НАУК

СБОРНО-РАЗБОРНЫЕ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И АРХИТЕКТУРЕ
Ленинград 1955 Москва

本書根据苏联建筑出版社1955年莫斯科—列寧格勒俄文版本譯出

徐吉謙 令狐世津合譯

人民交通出版社出版
(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店發行

公私合營慈成印刷工廠印刷

1958年7月北京第一版

1958年7月北京第一次印刷

開本：787×1092

印張：2張

全書：54,000字

印數：1,110,000冊

統一書號：15044·1259

定價（10）：0.30元

目 录

前 言	1
第一章 在公路上采用裝拆式鋼筋混凝土路面的 技术經濟根据	3
第二章 裝拆式鋼筋混凝土路面結構	12
1. 对于路面結構的要求	12
2. 路面結構的說明	17
第三章 鋼筋混凝土路面構件的制造	33
1. 对材料的要求	33
2. 構件的制造方法	35
3. 制成板的質量檢查	47
第四章 裝拆式鋼筋混凝土路面临时道路的 修筑和养护	48
1. 一般要求	48
2. 鋪筑軌道式鋼筋混凝土路面道路的特征	50
3. 鋪筑裝拆式鋼筋混凝土路面道路的施工組織与程序	56
附 录	60
附 录	62

前 言

在配备有高生产率机械，需要短期完成的现代化的建筑条件下，保证不间断、不停歇的将建筑材料与建筑制品送到建造结构物的场地，以及土壤的运输工作是很重要的。这只有在确实具备了能快速建筑的道路，而此路又可在任何气候条件下都能保证车辆行驶和确切组织汽车运输工作的情况下才能实现。

目前，在建筑工程中，汽车的数量正在迅速而急剧的增加，并且广泛的采用了载重量很大的汽车；通常施工用的土路、轨枕式路已不能充分满足建筑者的需要，反而使汽车运输生产率急剧降低，并使工程造价提高。道路状况不良，会引起汽车停顿和发生事故，使车辆过早地磨损并使燃料与润滑油料的消耗超支。

花费很大的力量与资金不断的修理道路，还常常得不到应有的效果，而在临时道路上采用高级路面（水泥混凝土、沥青混凝土、卵石铺砌等）的路面结构，费用很贵。并要消耗大量的劳动力与不合理耗用昂贵的建筑材料。

采用钢筋混凝土构件做成的装配式（常备的）路面，可以避免过分的消耗材料与资金，并在很大程度上可以减少用于施工路段上的劳动力。这种道路在使用上可靠而且经济，并且还能减低工程造价。

这种道路可以在任何季节内任何土壤上建造，还可以立刻交付使用，可以采用简便方法全部机械化施工；钢筋混凝土构件，无论在工厂以及露天预制场，都是易于制造的。

1954年8月20日，苏联共产党中央委员会和部长会议颁布的“关于发展建筑上所用的装配式钢筋混凝土结构与构件的生产”的决议，以及赫鲁晓夫同志在克里姆林宫全苏建筑工作者会议上报告中的指示，给作为路面用的钢筋混凝土构件展开了广阔的前途和大规模生产的可能性，使它广泛应用在建筑工地及其他临时性的公路上。

我們曾提出并在實驗室与实际条件下研究过几种裝拆式的鋼筋混凝土路面結構。

在大型建筑工程中，这种結構的試驗証明，可拆卸的鋼筋混凝土路面具有很高的技术經濟指标，并且比土路及軌枕式道路有很大的优越性，应当在工业、民用与农业建設方面得到广泛的采用。

第一章 在公路上采用裝拆式鋼筋混

凝土路面的技术經濟根据

我們知道，任何建筑工程都要將大量的材料、構件和各种設備運送到工地。当开挖大型構造物的基坑与建筑路堤时，運輸中占极大多數的是土方運輸，以及將混凝土从拌合工厂送到修建構造物的地方。正確的組織工地內部運輸，具有重大意义。

在战后的年代里，苏联汽車工业出产了大量技术完善的載貨汽車，特别是大型的自动傾卸汽車，如：MA3-205、ЯА3-210E和MA3-525。这就使建筑工地配备了大量運輸工具，并且保證了施工中汽車数量和比重的不断增加。

当然，汽車運輸的工作效率，必須具有与其使用特性相适应的可靠的道路时才能發揮。

在汽車使用的特性中，首先应指出的是新汽車的出現，它的載重量、軸荷重以及作用于道路路面的輪胎單位压力的急剧的增長。这在表1中清楚的表明了。

如果在8~10年以前，在建筑工地上所采用的載貨汽車載重量主要为2.5吨到3吨，則現在的汽車平均載重量已增加到5~7吨。此外，在大的建筑工地上，广泛的采用着10~25吨的自动傾卸汽車，当載貨后它的軸荷载几乎达到40吨（考虑到动力的作用）。

这里要注意的是今后汽車載量仍有提高的趨勢。

另一特点是在工地道路和料場上汽車運輸的行車密度大。行車密度大是由兩方面决定的：一方面是所建筑構造物的工程量大，另一方面是土方、混凝土和其他利用汽車運輸的工程上采用着高度生产率的机械化工具。下面的例子就可以說明这种情形。

在古比雪夫水电站建筑中，当开挖水电站房屋的基坑时，运土道路

苏联出产的几种汽车的特性

表 1

指 标	單 位	貨 車		自动傾卸汽車						
		ЯАЗ-		ГАЗ- АА	ЗИС- 05	ЗИС- 585	ЯС- 3	МАЗ- 205	ЯАЗ- 210 Б*	МАЗ- 525
		150	200							
載重	噸	4	7	12	3.0	3.50	4.0	5.00	10.0	25.0
機架全重	噸	3.90	6.50	10.60	3.45	4.21	5.82	6.70	12.0	22.0
滿載重	噸	8.11	13.71	22.81	6.59	7.87	8.96	11.89	22.14	47.14
滿載后軸重	噸	2.09	3.60	—	—	2.21	2.74	3.45	4.15	15.6
滿載后軸重	噸	6.02	10.15	—	—	5.56	7.22	8.39	17.99	31.54
淨空:長	公尺	6.72	7.62	9.65	5.50	5.94	6.24	6.07	8.19	8.30
淨空:寬	公尺	2.38	2.66	2.65	2.24	2.28	2.41	2.64	2.65	3.22
淨空:高	公尺	2.17	2.43	2.56	2.16	2.15	2.50	2.74	2.73	3.68
車長	公尺	3.60	4.60	5.77	2.40	2.56	3.18	3.0	4.37	4.70
前輪軸距 (成對輪)	公尺	1.70	1.95	1.95	1.54	1.70	1.78	1.95	1.95	2.50
后輪軸距 (成對輪)	公尺	1.74	1.92	1.82	1.65	1.74	1.86	1.92	1.92	2.20
成對輪寬度	公尺	560	740	740	3.34	3.84	4.0	3.80	4.78—1.40	4.78
軸距	公尺	4.0	4.52	5.75—1.40	42	73	90	110	165	300
發動機功率	馬力	90	110	168	21.0	29.0	30	35	65	—
每百公里用油量	公升	38.0	35.0	55	70	80	85	50	45	30
最大速度	公里/小時	15	60	55	3	5.5	3.2	7	4.2	5.0
前輪軸胎壓力	公斤/公分 ²	3.50	4.25	5.0	3	5.75	4.2	7	5.3	8.0
后輪軸胎壓力	公斤/公分 ²	4.25	5.50	5.50	3	5.75	4.2	7	5.3	8.0
生產年份		1944	1947	1948	1932	1934	1936	1947		

* 三輪汽車。

上平均一晝夜的汽車交通密度為3000~4000輛，而在工程緊張的1953年夏天曾達到一萬輛（以MA3-205型汽車計）。

在列寧格勒大工業的建築工地，甚至在工程的最初階段，建築工地內部道路上的汽車運輸密度平均亦達每班100~150輛。

第三個特點是現代大規模建築工程的不間斷性。建築施工中包括混凝土在內，以往還認為只能是季節性的，可是現在全年和整天施工了。因此服務於建設的汽車運輸工作也應當終年整日，在任何天氣和沿綫任何土壤狀況下不斷地進行。

因此就產生了保證常年使用道路的要求，甚至在一年最不利的時期中——春季和秋季的泥濘時期也要進行。只有當履行了這個要求，才能够達到有效的利用運輸工具與在建築施工中和運輸工具配合工作的機械化工具（挖土機、混凝土拌和工廠、裝卸工具等）。

無疑地，工地道路應隨着對它的需要，在一年中任何時間都能建築。同時道路的建造與養護應該用機械化的方法，在很短時間內完成，並且最少耗用人工勞動。

較大工程場地的實踐表明，在這種條件下，普通的土路，甚至採用碎石、礫石及其他石質材料進行改善的土路，也不能充分滿足由於重型載貨車輛不間斷的、極頻繁的交通所產生對路面強度急劇增長與其服務可靠方面所提出的要求。

採用通常施工用的道路，將引起建築工程進度的破壞，降低汽車一晝夜平均行程以及使車輛早期磨損。同時增長了油料與潤滑材料的消耗，增加事故的发生率和在道路修理時徒勞無功地消耗人力和工具。在一年的潮濕時期——春季、秋季和較長的雨季，道路處於不利的狀態。

至於在需要保證汽車運輸工作特別可靠的地方採用軌枕式或軌道式道路，在現時條件下，不能認為這種道路是合理的。當考慮到高交通密度的重載貨汽車時，這種道路需要大量的木材和鑄件（如1公里長的道路上大致要用400~600立方公尺的木材和4~6噸的鑄件和釘子）。這種道路很容易損壞。他的主要缺點是建築時很費力與需要大量人工勞動。

以弗·依·列寧命名的伏爾加頓河通航運河的建築實踐證明，當採

用土路与軌枕式道路时，MA3-525 汽車的速度將由每小时 20~30 公里降低到每小时 10~12 公里，而燃料的消耗將增加約 50%。此外在具有剛性路面的道路上，MA3-525 型汽車可行駛 100,000 公里以上才进行大修，在不良道路的条件下仅行駛 12,000~15,000 公里后即需大修。所有这些，都大大地提高了运输成本，同时也急剧地降低了汽車运输的生产率。

在我們的工地里获得了愈来愈多的現代的載重量大 而 速度高的汽車，但是由于通常的工地道路的使用条件很差，所以这些現代工具，不可能象建設單位所要求的那样有效的利用。

这种不适宜的情况，在古比雪夫和斯大林格勒水电站及其他工程中表現得特別明显。这就特別急切地提出了修建坚固經濟的工地道路的任务。

假如采用裝拆式鋼筋混凝土路面，則新型汽車的技术性能与工地道路的使用性質之間的矛盾是可以消除的。

裝拆式鋼筋混凝土路面，在任何自然条件下具有高的强度与工作可靠性。路面的構件可以多次地在临时道路上利用而后再作为永久的道路。路面的裝配和拆卸可以完全机械化，而且無論那一季节，無論沿線土壤状态如何，均可进行。鋼筋混凝土路面的道路使用时的养护工作，主要包括表面尘土、泥污与积雪的清除。这工作是极其簡單的，消耗劳动力很少，而且可以采用机械化。

所有这些因使用預制面层而付出較高的初期費用，將可能在很短期間內得到补偿。

我們来比較一下鋼筋混凝土路面的强度指标与其他类型的道路指标。这可以利用 H. H. 伊万諾夫教授^①提出的“道路工作能力的指标。”所謂道路工作能力，是指在道路面层在兩次修理期間所能通过的貨載吨数（表 2）。

① “公路路面学” H. H. 伊万諾夫教授著，道路出版社出版，1948 年。（中譯本由人民交通出版社出版。1954 年）。

各种型式的道路面层工作能力指标

表 2

路 面 类 型	平均工作能力, 以百万噸計	兩次修理期間, 以 年 計
水泥混凝土路面	6	$\frac{20}{N}^*$
瀝青混凝土路面	5	$\frac{10}{N} \sim \frac{15}{N}$
黑色碎石路面	0.6~1.2	$\frac{1.3}{N} \sim \frac{2}{N}$
碎石路面	0.4~0.6	$\frac{0.5}{N} \sim \frac{2}{N}$
礫石路面	0.4~0.8	$\frac{1.5}{N} \sim \frac{3}{N}$
卵石鋪砌路面	0.75~2	$\frac{2.6}{N} \sim \frac{6}{N}$
改善土路	0.25~0.35	$\frac{0.8}{N}$

* 表內的字母 N 表示交通密度，以每晝夜千輛計。

从表 2 可以知道鋼筋混凝土路面的工作能力，約为改善土路的 20 倍，兩次修理期間亦可大致按比例求出。

必須指出，表 2 的資料只适合于具有堅实基层的高級混凝土道路。但是即使临时道路上鋼筋混凝土路面的工作条件比高級道路上小一半时，那末，就在此种情况下，它的工作能力仍将比土路好得多倍。

修建道路的劳动量指标，对于鑑定采用那种工地道路的合理性有决定性的意义（見表 3）。

在表 3 所列指标中沒有考虑到材料的配制和运往道路建筑地点的运输費。“拖拉机和压路机”欄內綜合地考虑了处理基层和鋪砌层各层应用的机械（挖掘、拌和、压实等）。

表 3 的資料表明，在建筑装配式鋼筋混凝土路面的道路时，較其他

各种工地道路建筑的劳动量指标
(在1公里道路上的机班和工日)

表 3

道路的类型	平地机	拖拉机、压路机	自动起重机	工人
加砂就地拌和的改善土路, 厚25公分	6	24	—	178
加砾石就地拌和的改善土路, 厚25公分	5	24	—	284
由采石场废料(砂砾、碎石渣)做成的铺砌层, 厚25公分	2	22	—	350
用软质石料的碎石铺砌层	1	60	—	795
按横向铺装枕木的木質铺砌层	1	—	—	1004
按纵向铺装枕木的木質铺砌层	1	—	—	2204*
装配式钢筋混凝土路面铺砌层	3	10	10	110

* 在最近时期内某些设计机构研究了新型的, 由工厂制轨道板组成的木材轨枕的轨道式道路。此路可用起重机铺筑, 但是在这种建筑条件下, 木材轨枕式道路的劳动量约大于钢筋混凝土道路的2倍。

类型路面需要人工劳动的数量仅及一半到1/20, 机械化工具的需要也要少一大半。

确定某种工地道路是否有利的因素是按照养护与营运上所需的费用指标而定的。

施工费用在很大程度上决定于当地条件(建造方法、建筑材料的特性及其开采运送的方法、沿线土壤条件等)。因此只能按扩大指标的参考数据, 并利用古比雪夫水利工程的经验, 引用某些类型道路平均造价的资料(表4)。

由下表(表4)可知, 建造装配式钢筋混凝土道路很大的初期费用, 可以从它长期使用年限来补偿。

举例来说, 假定某工程的使用期限以两年计, 表4所列各种类型道路, 在规定的期限内, 每1公里的建筑和养护费用分别为:

土路: $600 \times 2 = 1,200$ (千盧布)

轨枕式路: $560 \times 2 = 1,120$ (千盧布)

钢筋混凝土路: $300 \times 2 = 600$ (千盧布)

各种类型的工地道路造价和使用期限的指标

(車行道寬度为6.0公尺)

表 4

道路的类型	每晝夜交通密度 为2000輛(以Mas- 525計)时, 平均使 用期限	在全部使用期內道 路的建造和營運費 用的成本(以千盧 布計)	每公里1年的 費用(以千盧 布計)
砂和礫石改善的土路	2月	100	800
鋪有枕木的木質道路	2月	140	560
裝拆式鋼筋混凝土 道路	2年	600*	300

* 詳細說明見附錄

鋼筋混凝土道路的使用性質与其他类型的道路相比, 具有很大的优越性。由于阻力小和表面平整, 汽車在这种路面上行駛, 速度将大大地增加, 同时对汽車的油耗与保养也很經濟。这在表 5 和表 6 的資料中获得証明。

不同型式路面的行駛阻力和摩擦系数值

表 5

路面类型	車輛的單位阻力, 公斤/噸	滚动摩擦系数
瀝青混凝土、鋼筋混凝土	10~14	0.015
碎石、礫石	15~23	0.035
卵石鋪砌	20~24	0.05
使輪緣陷入达2.5公分的 不平整的土路与潮湿的 不干淨的砂路	150	0.05~0.15
表面堅硬的荒地輪緣 陷入达4公分的潮湿的 粘土	200	
松砂、新填土	250~300	0.15~0.30及更大

由表可知, 采用鋼筋混凝土路面时, 汽車行駛的單位阻力数值几乎仅及土路的1/10。

图 1 的曲綫表示MA3-205型和 MA3-525型汽車, 当輪緣牽引力数值相等时, 在鋼筋混凝土路面上的行駛速度可以比良好的土路还要高一

倍。

理論的計算与实际資料指出，当用較完善的道路代替土路时，土方工程中需要为挖土机服务的車輛可以降低10~15%。

采用鋼筋混凝土路面在汽车使用和修理方面也可以达到很大的經濟性（燃料、輪胎及擦拭材料等）。这在表6的資料里得到証实。

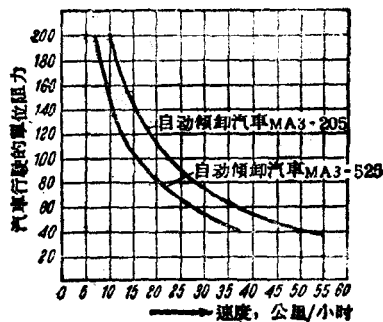


圖1 自动傾卸汽車行駛速度与道路上行駛單位阻力的关系曲綫

路面類型与汽車營運費用的关系

(以碎石路面費用为1)

表 6

費用項目	路面型式			
	礫石路	卵石鋪砌路	土路	混凝土路
燃料	1	1.2	1.4	0.8
輪胎	1	1.5	1.9	0.8
汽車修理	1	1.4	1.8	0.7
汽車的折旧	1	1.3	1.1	0.7

由表6可知，当汽車在水泥混凝土（鋼筋混凝土）路面上行駛时，汽車的營運費用，較之土路要降低一半。

根据引用資料的統計指出，采用鋼筋混凝土路面，要比表7所示总費用平均約節省50%，即对于 MA3-525 自动傾卸汽車每1公里行程節約2盧布，而对于 MA3-205 型自动傾卸汽車節約60戈比。

假定土路与鋼筋混凝土路面的造价差額为500,000盧布（見表4），如用節約下来的行駛費用偿还造价差額，則要求 MA3-525 型汽車在鋼筋混凝土路面通过250,000次，或者 MA3-205 型汽車通过830,000次。

汽車在土路上行駛100公里時其燃料、潤滑油及擦拭材

料、輪胎與其他索具一般消耗的綜合資料 表7

汽車的名 稱和牌號	100公里行程內的費用（以盧布計）					100公里行程 內的總費用 （以盧布計）
	燃 料	潤滑和擦 拭材料	除大修 以外的 修理費	外胎和 內 胎	其他索具	
ЗИС-150	24.3	3.0	22.7	21.6	1.8	73.4
ЯАЗ-200	16.0	3.8	41.3	43.9	1.5	106.5
МАЗ-205	16.3	3.9	53.3	43.9	1.5	118.9
МАЗ-525	54.1	12.9	206.0	115.2	2.2	390.4

從МАЗ-525或МАЗ-205型自動傾卸汽車在上列行駛次數內，能運送貨物重量（6.2百萬噸和4.1百萬噸）的比較中不難確定，這個重量，特別是МАЗ-525型自動傾卸汽車運送的貨物重量，幾乎與鋼筋混凝土路面工作能力能負擔的總重量相同（見表2）。

這就可以得出結論，鋼筋混凝土工地道路的費用，可以從降低營運費的節約中完全得到補償。

鋼筋混凝土裝拆式路面優良的特性是可以重複使用，即可以作為儲備物資多次利用。

由上所述應該得出結論：常備式的施工用鋼筋混凝土路面，按其使用性質，構件製造的工廠化、在任何工地上施工容易，以及建造機械化來衡量，可以充分地滿足現代建築的要求。

採用這種道路，將在材料方面獲得很大的好處，同時也是降低建築成本的重要因素。

古比雪夫水利工程中，根據著者的建議，在開挖水電站及閘門建築物基坑時，首次大規模地採用這種路面來作為土方運輸道路。

在1952年到1954年間已經製造與修築了40,000平方公尺以上的路面，常備式路面總長達10公里以上（圖2）。

採用這種道路，使我們獲得如下的結果：

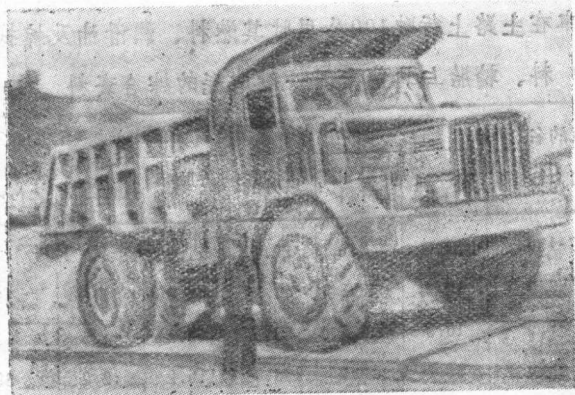


圖2 古比雪夫水利工程。用鋼筋混凝土板做成的裝拆式路面

由于行駛速度的提高，大大的改善挖土机和汽車的利用，在雨天的泥濘情況及夜間不利情況的道路上，發生事故的情況也急劇的降低并消滅了停歇現象

汽車每天的平均行程增加40%。

在道路建築和養護中勞動力的消耗差不多要降低90%。

在工地道路的建造中完全避免采用木材。

根據施工單位資料，采用了裝拆式的鋼筋混凝土路面，已節約近四百萬盧布。

現在，“古比雪夫水利工程”的經驗已利用到很多的工程上，就是森林工業中，也在推行。

第二章 裝拆式鋼筋混凝土路面結構

1. 對於路面結構的要求

在現代生產鋼筋混凝土構件的技术水平下，按構件的形式和尺寸製造各種路面，並沒有什麼困難。

對於路面結構所提出的技術要求，主要的是：

1) 平面形狀簡單，構件尺寸应符合于道路的几何特征（因为該構件是供道路用的），同时，也要符合为了制造和搬运構件所采用的生产和运输装备的大小。

2) 要有足够的强度，能够承受考虑到动力特性現象的多次重复性使用荷重。

3) 在作用于構件邊緣和角隅外的外加荷重，以及由于輪胎制動和旋轉时所引起的水平力的作用下，路面構件应有可靠的垂直和水平稳定性。

4) 路面構件的相互联接要簡單，裝拆都容易，便于重复使用。

5) 構件的重量，要适合于工地上具有的供鋪砌路面用的起重-运输机械。

根据临时性公路使用特点的研究，以及我們为了找出在工地使用条件下装拆式鋼筋混凝土路面的最好結構構件而进行的理論上和試驗的研究，可綜述于下。

具有装拆式的鋼筋混凝土路面的临时性公路，根据它們的用途和使用条件，可以采用两种类型：

a) 在行車部分的全部寬度上做成整幅的路面；

b) 在車輪行駛的地帶上做成兩条平行的軌道式路面，形成路面最合理的結構構件，应当是長寬比在 $1:1 \sim 1:3$ 範圍內的長方形板。至于其他形式的板，特別是六角形板和梁式構件，和長方形板比較起来，不管在制造方面或鋪砌方面，指标都較長方形板低。

鋼筋混凝土鋪設的行車部分的寬度，是決定板最佳的平面尺寸的因素。按整幅路面上行車部分的寬度，应采用板寬和長的整倍数，以便使用各种不同的拼接方法，可以做成所要求的任何路面寬度。

图 3 指出了各种路面板的布置方案，方案 1~3 的路面用正方形板做成，方案 4~9 用矩形板做成，其長寬比各为 $1:2$ 、 $1:3$ 和 $1:1.5$ 。

具有大型板的路面（方案 1、4、7）采用在供單綫（單車道）行車之用的道路上，其行車部分寬度不大于 3 公尺。

矩形板可以橫向鋪筑（方案 5、7、9），也可以縱向鋪筑（方案 4、6、8），应当优先采用縱向鋪筑，因为这样在沿道路長度上它的