沥青路面设计及质量控制

长安大学公路学院
郝培文

2013-10-25

目　　录

天定高速的启示

天定高速的启示

前方路基沉降
限速 20km

路面病害的主要原因

- 进场原材料把关不严，路面用碎石含泥量及针片状含量超标。
- 施工单位施工过程控制不严，压实度不足造成局部路面空隙率大，局部渗水，沥青混合料部分筛孔超出规范控制范围，特别是沥青混合料小于0.075毫米的细料超标。
- 在不良环境下施工，存在将雨水封入路面结构内部及低温施工导致路面空隙率偏大，为路面出现坑槽埋下隐患。

处　理　结　果

因天定高速公路尚处于质量缺陷责任期，按施工合同约定，施工单位应无条件返工处治，返工费用约**1.2**亿元，均由施工单位承担。

沥青路面目前主要问题

半刚性基层在具有显著技术、经济优势的同时，存在下列突出问题。

抗裂性不足
导致面层
反射裂缝



冲刷能力
不足导致面层
唧浆、松散



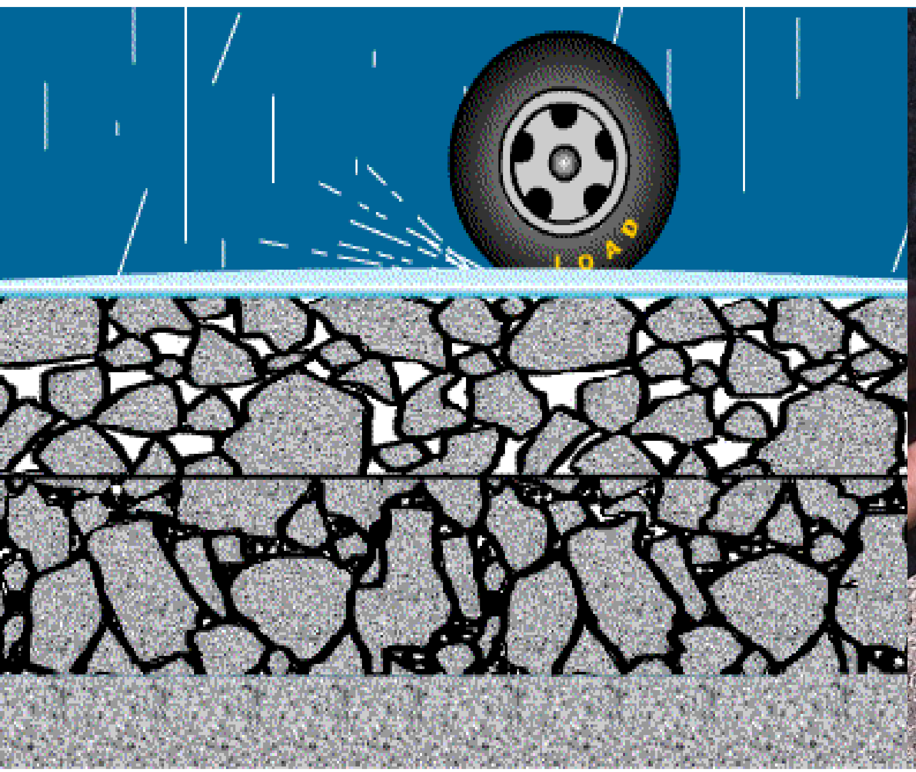
强度不足
导致面层
疲劳破坏



沥青混 合 料 水 损 坏

空隙率**8-15%**左右时，雨后在行车荷载的动水

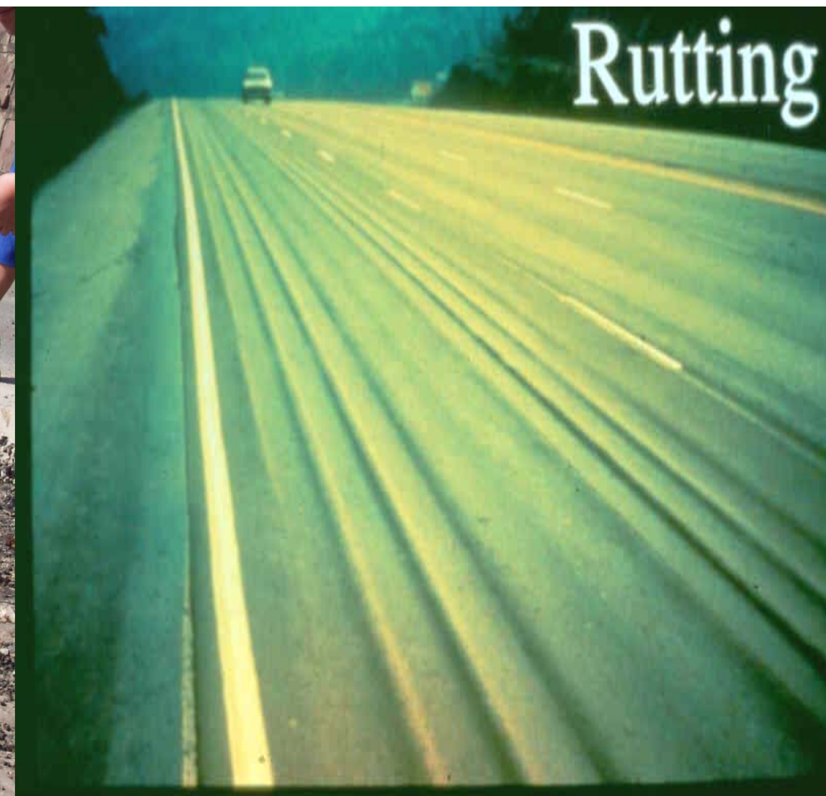
压力作用下，沥青剥离造成路面出现松散和坑漕




2010.03.17

密级配沥青混合料车辙

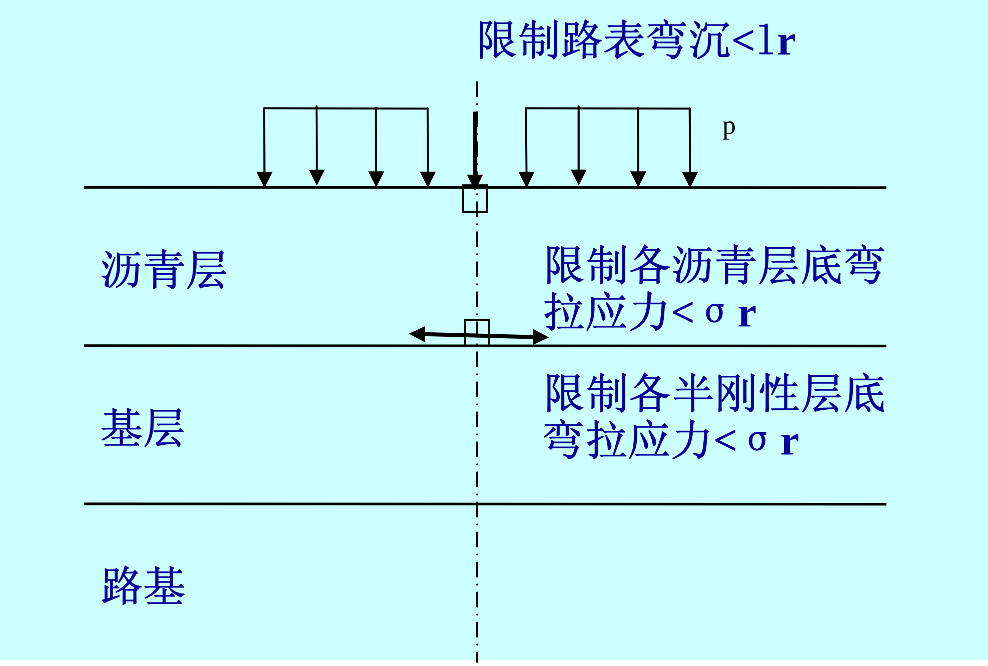
致密光滑，粗集料呈悬浮状态，在行车荷载作用下路面产生塑性变形，粗骨料重新排列，容易产生泛油和车辙现象



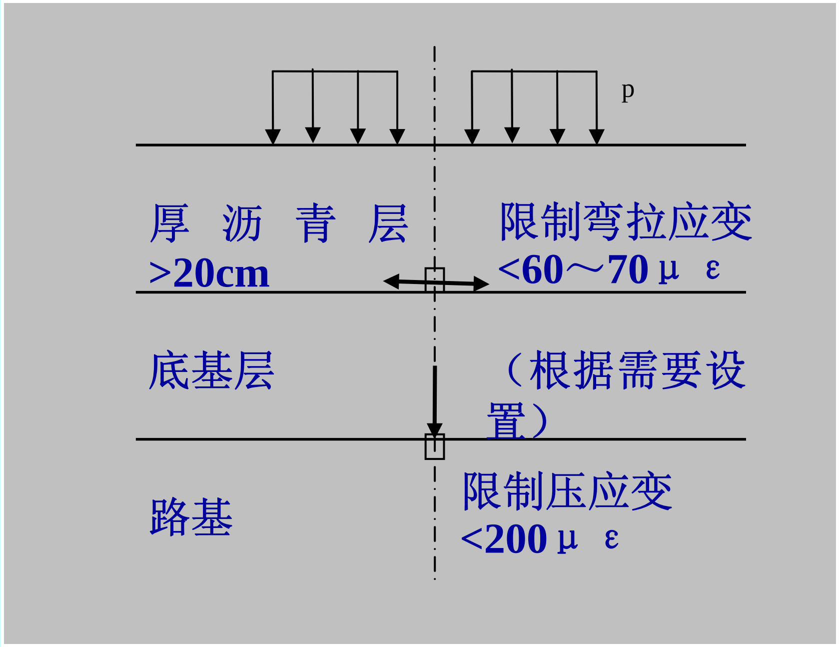
桥面铺装问题

国内外结构与设计指标

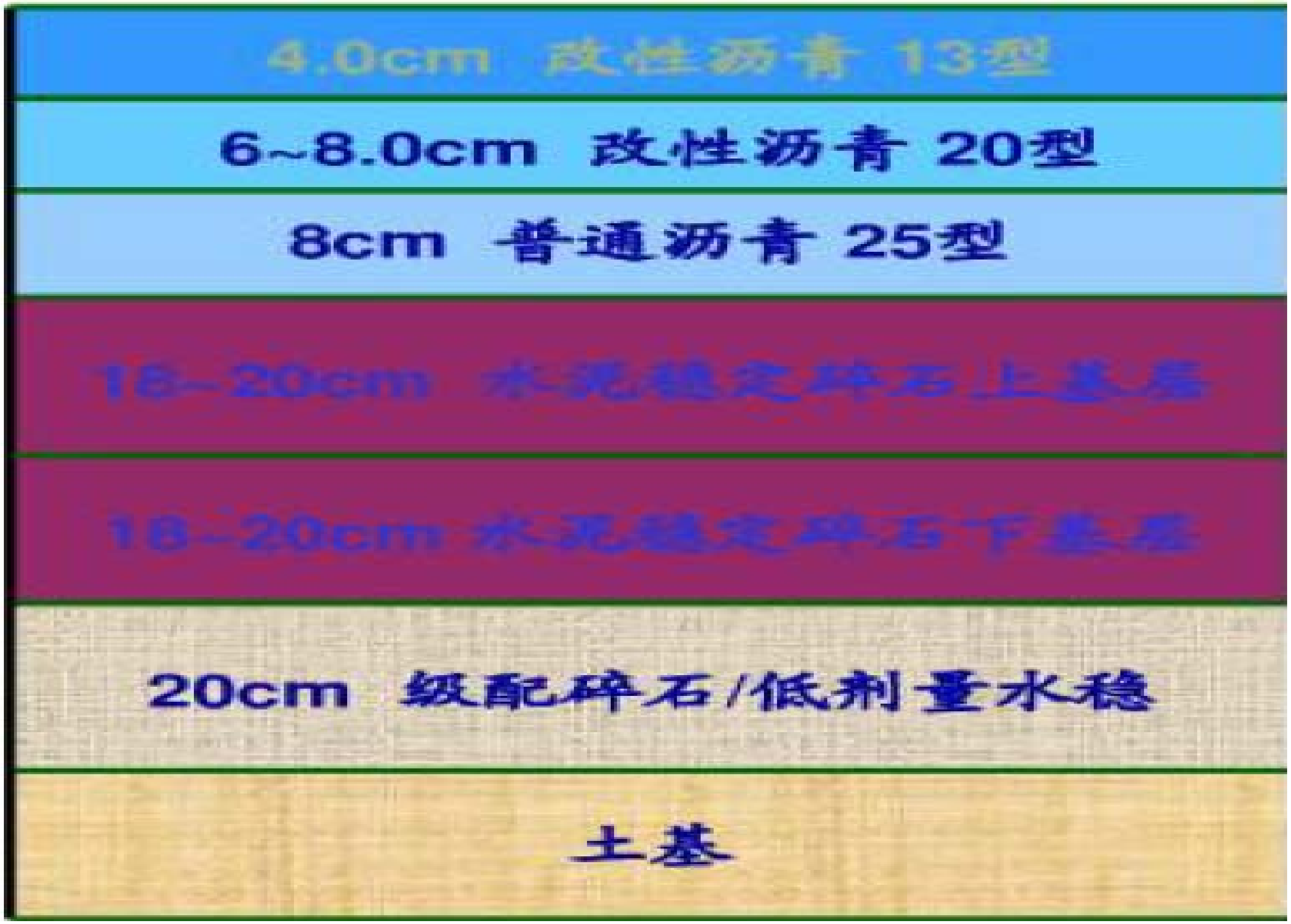
- 国内



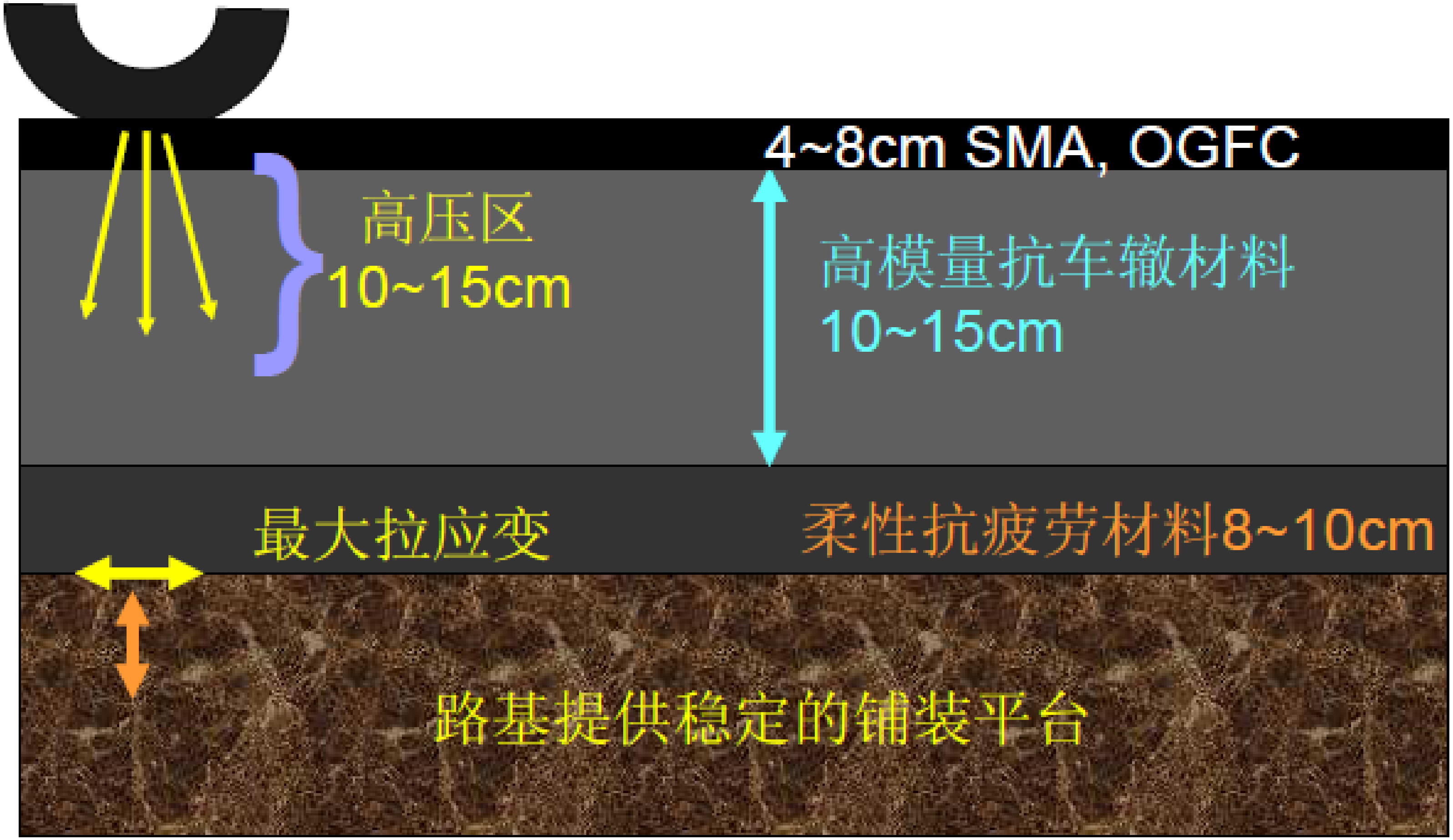
- 国外



目前典型结构组合


4.0cm 改性沥青 13型
6~8.0cm 改性沥青 20型
8cm 普通沥青 25型
18~20cm 水泥稳定碎石上基层
18~20cm 水泥稳定碎石下基层
20cm 级配碎石/低剂量水稳
土基

路面结构分层及各层功能特点



层位功能及其相关控制指标

结构层位	层位功能要求	主要控制指标	主要材料或材料组合控制
磨耗层	抗高温车辙	动稳定度、路表弯沉	原材料与级配
	抗剪切破坏	抗剪强度	原材料与级配
	抗老化	相关评价指标	沥青
	抗水损害	空隙率	原材料与级配
	抗低温开裂	沥青层顶弯拉应变	沥青与级配
	抗滑	构造深度、抗滑系数	集料与级配
	表面平整性	平整度	—
联结层	抗高温车辙	动稳定度	原材料与级配
	抗剪切破坏	抗剪强度	原材料与级配
基层	抗弯拉疲劳开裂	沥青层底弯拉应变	沥青与级配
	抗高温车辙能力	动稳定度	原材料与级配
底基层	抗永久变形	**CBR**或模量	原材料与级配
路面基础 原路基土、垫层等	抗永久变形	**CBR**或模量	原材料

广深高速公路路面结构

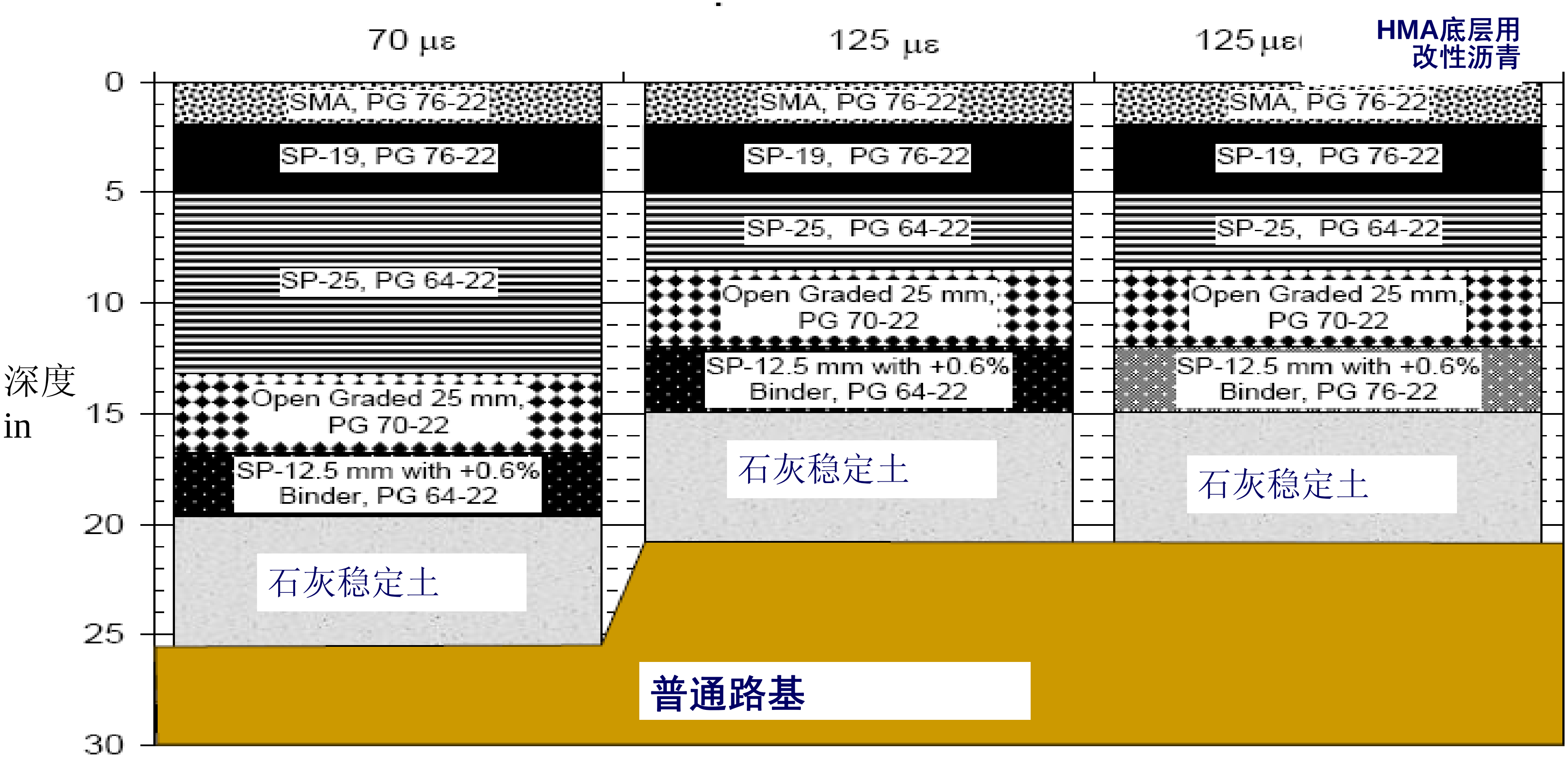
抗滑磨耗层	4+8cm	中+粗粒式沥青混凝土
沥青中面层	10cm	密级配沥青碎石
沥青底面层	10cm	开级配沥青碎石
上基层	23cm	水泥稳定级配碎石
下基层	23cm	级配碎石
底基层	22cm	未筛分碎石
土质路基		

a) **土质路基**

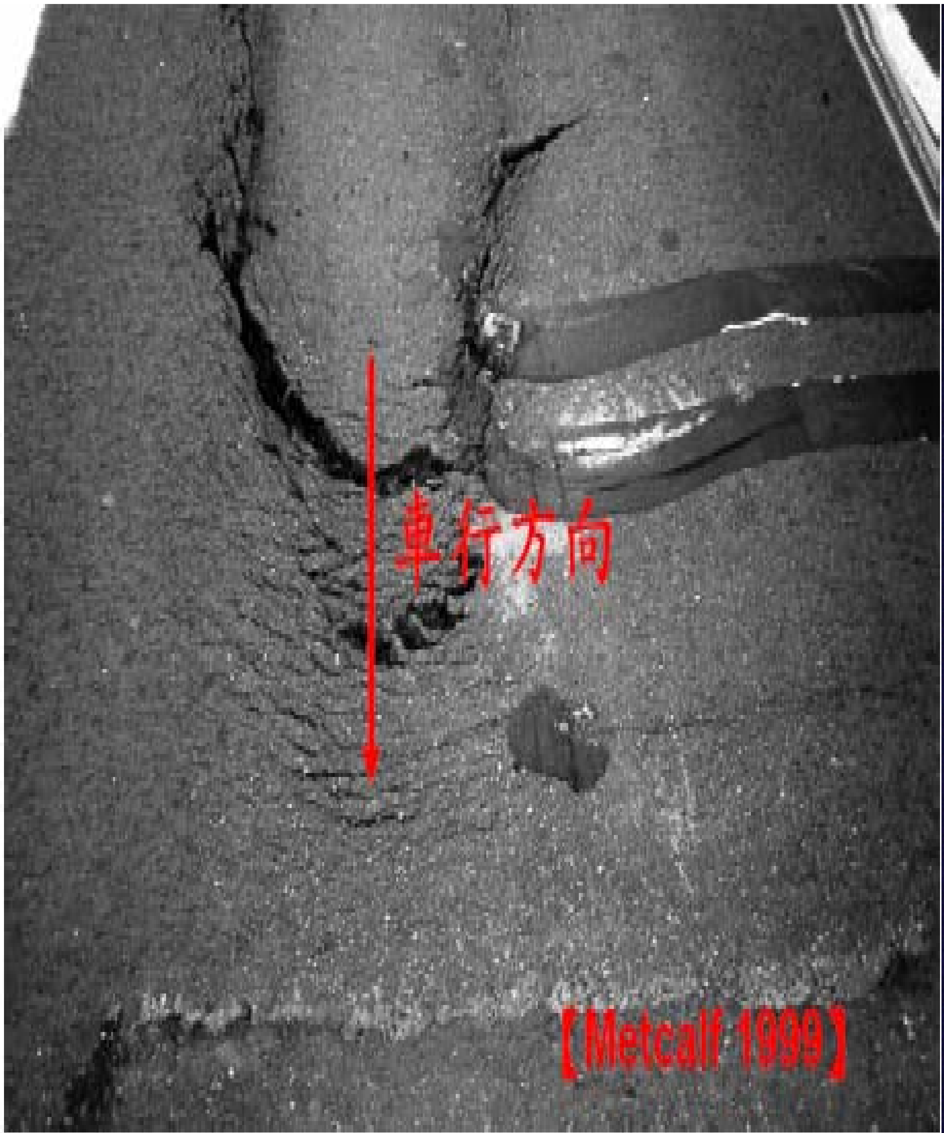
抗滑磨耗层	4+8cm	中粗粒式沥青混凝土
沥青中面层	10cm	密级配沥青碎石
沥青底面层	10cm	开级配沥青碎石
基层	23cm	级配碎石
石质路基		

b) **石质路基**

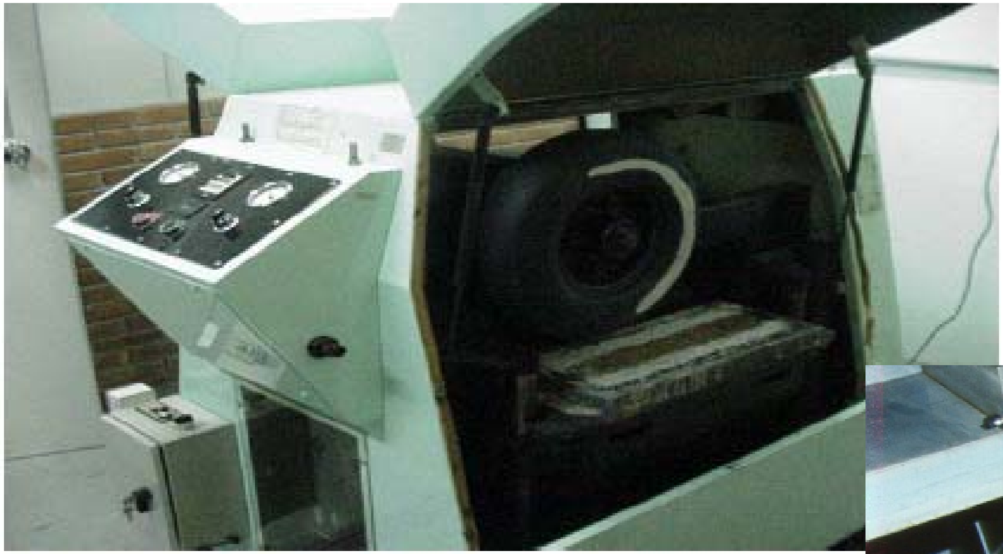
山东滨州长寿命路面结构



层间结合的影响

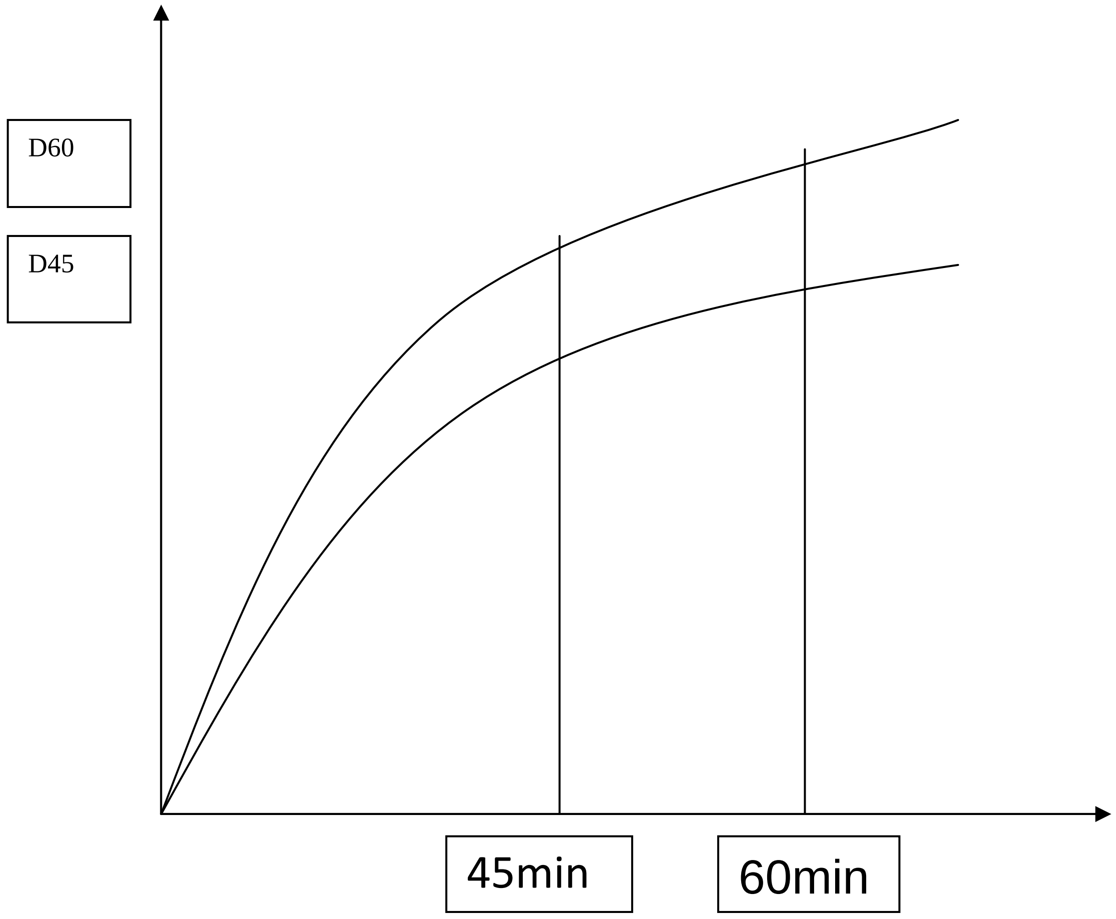


车辙的测定方法



法国：相对形变,△H/h,%
中国：动稳定度,
(42×15)/(d60-d45)

动稳定度评价高温稳定性存在问题



原材料质量与管理

石料破碎

- 场地硬化
- 细料搭棚或覆盖
- 场地排水良好

集料水洗

Superpave 沥青标准

分级体系基于气候

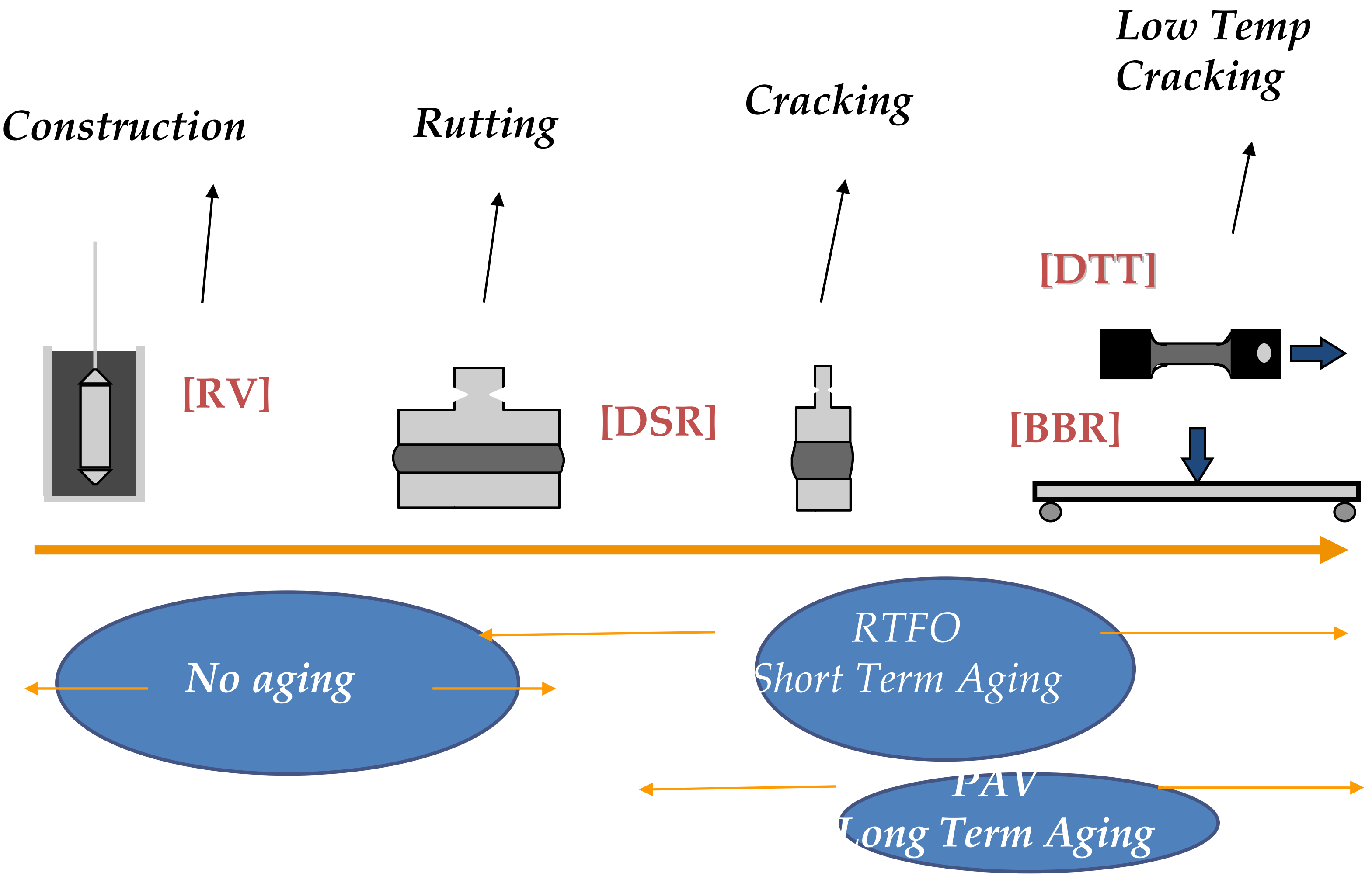
PG 64 - 22

性能分级

平均7天最高路面温度

最低路面温度

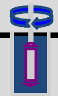
体 系 总 结


Construction
Rutting
Cracking
Low Temp
Cracking
[RV]
[DSR]
[DTT]
[BBR]
No aging
RTFO
Short Term Aging
PAV
Long Term Aging

Performance Grades

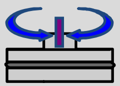
Avg 7-day Max, °C	PG 46			PG 52							PG 58					PG 64						PG 70						PG 76					PG 82		
1-day Min, °C	-34 -28	-40 -34	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-10	16	22

ORIGINAL



≥ 230 °C — (Flash Point) FP

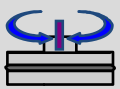
≤ 3 Pa·s @ 135 °C — (Rotational Viscosity) RV



≥ 1.00 kPa — (Dynamic Shear Rheometer) DSR G*/sin δ

≥ 1.00 kPa	46			52							58					64						70						76					82		

(ROLLING THIN FILM OVEN) RTFO Mass Loss ≤ 1.00 %

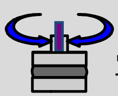


≥ 2.20 kPa — (Dynamic Shear Rheometer) DSR G*/sin δ

≥ 2.20 kPa	46			52							58					64						70						76					82		

(PRESSURE AGING VESSEL) PAV

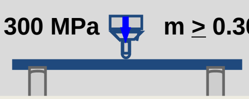
20 Hours, 2.07 MPa	90			90						100	100					100 (110)						100 (110)						110 (110)							



≤ 5000 kPa — (Dynamic Shear Rheometer) DSR G* sin δ

≤ 5000 kPa	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34 28 31

S ≤ 300 MPa m ≥ 0.300



(Bending Beam Rheometer) BBR "S" Stiffness & "m"- value

S ≤ 300 MPa, m ≥ 0.300	-24 -18	-30 -24	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12 -

Report Value — (Bending Beam Rheometer) BBR Physical Hardening

≥ 1.00 %

(Direct Tension) DT

≥ 1.00 %	-24 -18	-30 -24	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12

改性沥青使用模式

1.现场加工模式

基质沥青的品种和质量

改性剂的品种和剂量

储存性问题

2.工厂化生产模式

使用方便

难以控制原材料

离析问题

3.组合式生产模式

软化点与低温延度

- 软化点与**SBS**的品种和计量有关
- 软化点于交联剂的品质和计量有关
- 低温延度与基质沥青关系非常大
- **SBS**参量**,**加工工艺有限的影响低温延度
- 掺加增容剂可以改善低温延度.

关于改性沥青的针入度指数

(1) P.I由来和计算

首先由**J.Ph.Pfeiffer**等在**1963**年提出

$$P.I=30/(1+50A)-10$$

(2) A的求法:

A=(Log P1-Log P2)/(T1-T2)

A=(Log800-logP)/(TR&B-25)

(3) P.I的局限性

- 1.仅能反映相当窄温度范围内沥青的稠度变化(5-30ºC)
- 2.试验方法的精密度影响
- 3.不同测量温度范围得到的P.I有差别

试验方法的精密度影响

沥青	A						B					
次数	1			2			1			2		
温度，°C	15	25	30	15	25	30	15	25	30	15	25	30
针入度，1/10 mm	21	54	80	23	54	79	27	75	115	29	75	111
P.I	0.1523			0.7335			-0.3692			0.1351		
R	0.998			0.999			0.998			0.998		

在不同温度下的P.I

沥青	15-25ºC	15-30ºC	25-30ºC
A	-1.65	-1.84	-2.18
B	-1.34	-1.24	-1.03
C	1.88	1.93	2.05

SBS改性沥青热储存时性能的衰变

时间,h	针入度,1/10mm			软化点, °C	延度, 5°C, cm	弹性恢复,%
	30°C	25°C	15°C			
0	69.2	47	19	93.5	30.1	99
3	71	49	21	93.7	27.6	99
9	69	47.7	21.3	92	25.4	99
20	70.2	49	21.4	89.3	25.5	98
34	74.3	49.8	23	88.4	25.4	97
49	74	51.5	23	85.2	23.5	96
69	74.3	52.4	22.7	84	22.1	96

不同改性沥青热储存后性能

沥青		A		B	
软化点, ºC	当天	88.2	98.2	86.3	98.3
	1天	77.4	86.6	56	76.5
粘度, (135 ºC)	当天	1337	2425	1845	800
	1天	1737	2750	745	785
G/Sin δ (kPa)	当天	2.403	2.533	2.346	1.932
	1天	2.837	2.669	1.908	1.803

基质沥青性质

沥青	A	B
针入度,25°C	90	91
软化点, °C	45.5	44.0
延度,15°C,cm	>100	>100
RTFOT(163°C,75Min)		
质量损失,%	0.16	0.69
针入度比,%	58	58
延度,15°C,cm	>100	>100

基质沥青的组分分析

沥青	饱和分,%	芳香分,%	胶质,%	沥青质/%
A	**19.9**	**52.62**	**19.23**	**8.08**
B	**38.16**	**32.82**	**19.3**	**5.99**

改性沥青PG高温分级的问题

沥青	G/Sin δ (kPa)		1	2	3	4	RQ
未改性	原样	64°C	0.66	0.501	0.541	0.765	>1.0
		58°C	1.385	1.019	1.117	1.582	
	RTFOT	64°C	1.638	1.563	1.741	1.666	>2.2
		58°C	3.612	3.324	3.742	3.470	
SBS 改性	原样	82°C	0.992	0.706	0.603	0.714	>1.0
		76°C	1.539	1.118	1.014	1.52	
	RFTOT	76°C	1.989	1.293	1.386	1.689	>2.2
		70°C	3.352	2.916	2.611	3.022	

沥青混合料配比设计流程

设计阶段

第一阶段：目标配合比

第二阶段：生产配合比

第三阶段：生产配合比验证

设计内容

1.矿料配合比设计：试算法或图解法

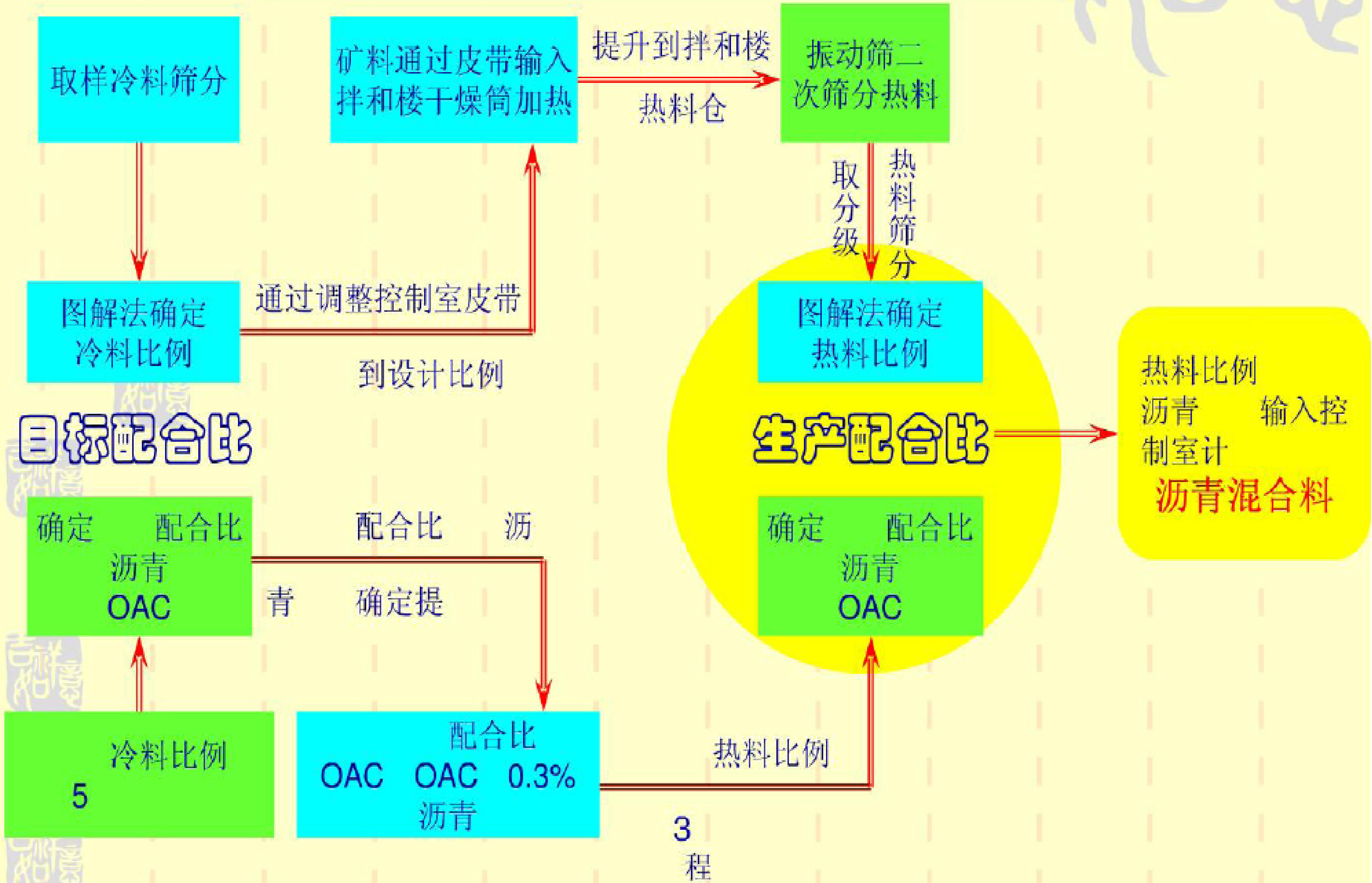
材料的选择　矿料比例的确定

2.确定最佳沥青用量：

旋转压实试验　马歇尔试验

3.性能验证

目标配合比与生产配合比设计关系图



☆规范规定的级配类型与范围

适用于不同的道路等级、不同气候条件、不同交通条件及不同层次等情况，适用于全国。

☆工程设计级配范围

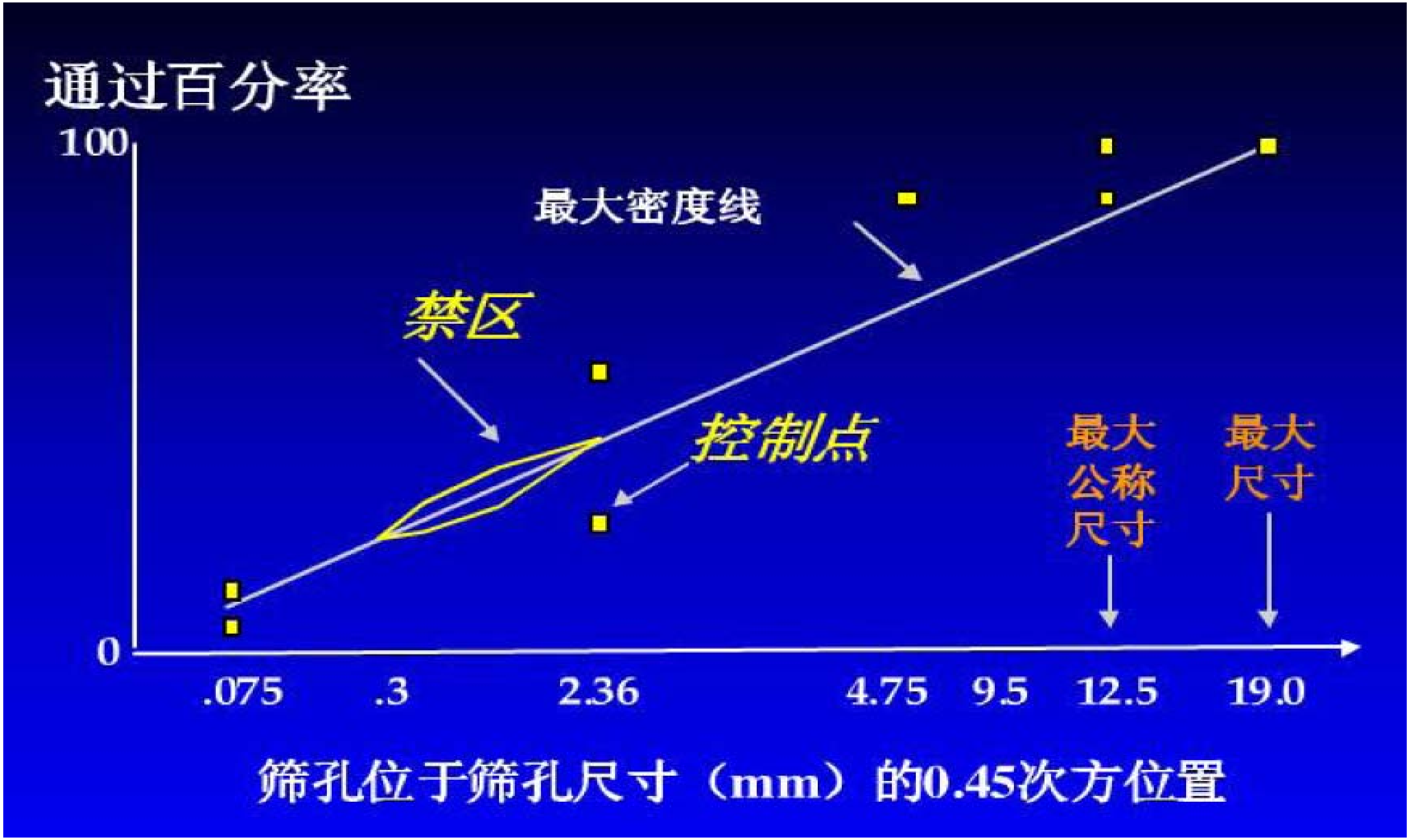
符合工程的气候条件、交通条件、公路等级、所处层位提出。

工程设计级配范围≤规范规定的级配范围

☆施工质量检验时允许波动的级配范围

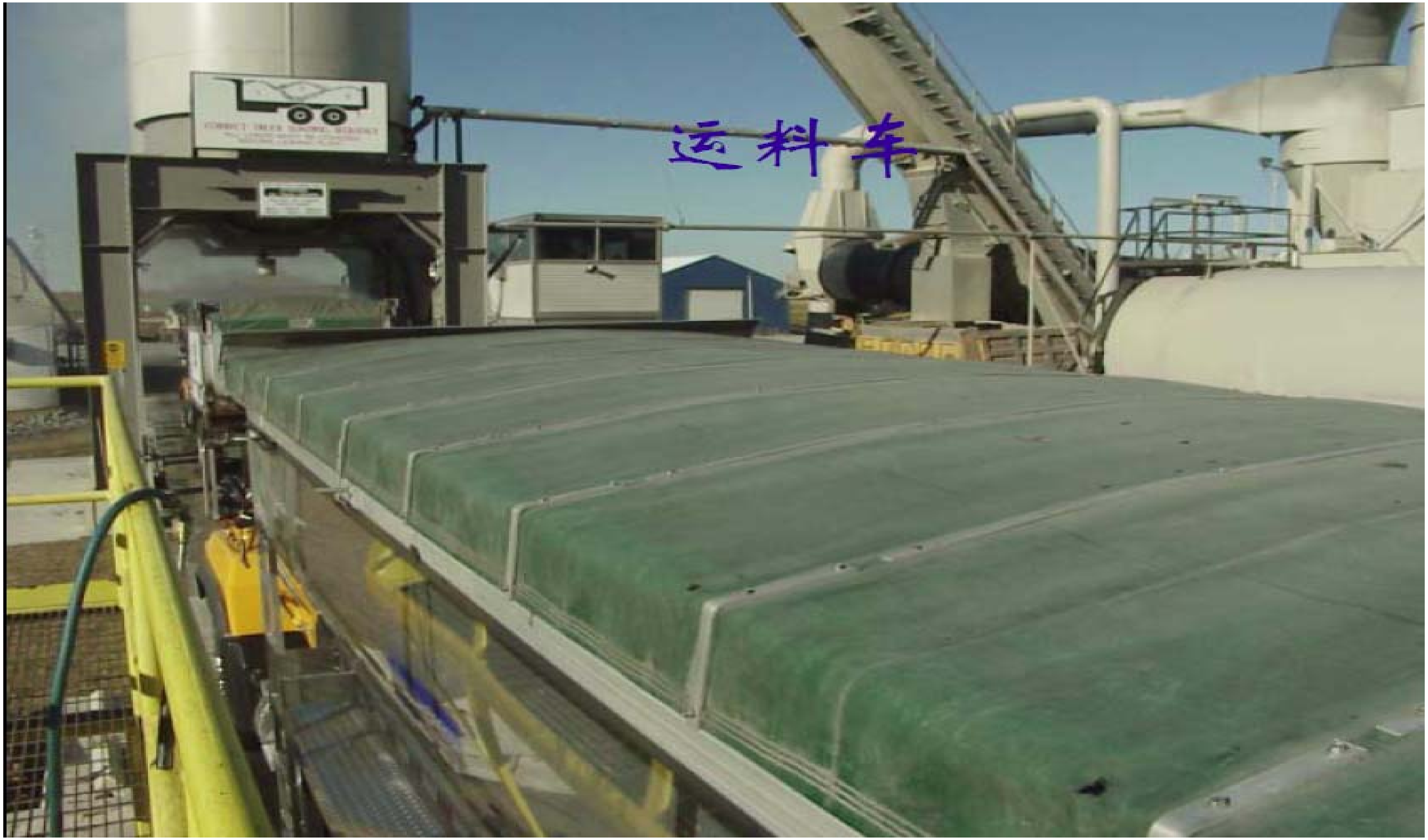
经过三阶段配合比设计确定标准配合比和级配曲线后，按施工质量检验允许的波动值得到施工质量检验级配范围。

SUPERPAVE



通过百分率
100
0
最大密度线
禁区
控制点
最大
公称
尺寸
最大
尺寸
.075
.3
2.36
4.75
9.5
12.5
19.0
筛孔位于筛孔尺寸（mm）的0.45次方位置

车辆的保温



沥青路面施工的质量均匀性

统计检验

						3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0						
						2.87	4.11	3.80	4.62	5.59	6.13	5.98	6.25	6.83	5.01	4.81						
						4.66	7.80	4.89	4.62	4.62	5.12	6.29	5.47	5.36	5.32	5.01						
						4.70	1.28	4.66	5.36	4.58	6.13	6.33	5.01	4.27	3.18	6.29	4.77	6.02	4.04	3.38	4.89	6.33
						3.26	4.74	4.43	4.27	5.12	5.24	5.05	3.38	5.55	3.69	5.55	5.20	5.94	5.98	5.75	5.78	8.85
						4.27	4.43	4.00	3.92	4.97	4.89	4.66	5.43	3.77	4.35	5.55	5.24	8.23	4.31	4.54	4.58	6.68
						4.54	4.54	3.84	5.36	5.59	6.52	4.93	4.11	4.23	3.57	7.34	6.25	3.49	5.78	5.75	5.78	6.37
						5.24	4.46	3.57	5.40	5.43	5.86	5.40	5.20	6.37	6.33	6.25	6.37	5.09	5.59	5.94	6.83	10.17
						4.23	5.36	5.32	4.81	5.28	5.09	6.72	5.16	7.07	4.66	10.25	5.82	4.62	5.20	5.36	4.04	6.48
						5.01	4.50	4.19	5.59	6.52	6.83	6.33	5.98	4.54	4.39	7.88	6.17	5.24	5.36	5.98	4.62	8.39
						4.70	4.11	4.66	5.01	5.98	6.13	5.82	5.94	5.16	4.31	6.60	5.59	4.15	6.87	4.04	5.67	7.30
735.0	7.80	7.26	6.68	4.58	4.15	5.51	5.20	4.62	5.01	6.87	6.02	6.09	6.91	6.09	6.17	8.04	6.64	5.75	7.53	5.71	5.47	8.39
734.5	5.94	5.12	4.43	3.92	4.39	5.01	4.08	4.04	5.75	5.86	6.02	6.02	2.87	5.75	5.86	5.43	4.50	4.70	5.63	6.25	9.59	7.53
734.0	9.08	6.37	5.28	6.25	5.01	5.09	5.47	4.97	5.20	5.43	5.05	4.97	4.66	5.78	2.80	4.85	7.30	7.03	5.12	5.40	6.33	7.45
733.5	5.43	6.60	5.20	4.97	5.71	5.63	5.32	4.19	4.81	5.28	5.47	5.12	4.19	5.32	4.93	5.36	6.64	13.74	5.71	6.79	6.41	6.41
733.0	7.30	7.07	4.81	4.23	4.97	4.08	5.24	4.27	4.85	5.05	6.44	5.36	5.28	6.06	6.60	8.58	5.55	9.67	11.06	5.59	7.45	7.61
732.5	8.73	8.15	6.64	5.32	5.78	4.74	5.75	5.71	7.80	6.17	6.48	6.44	5.67	2.95	5.40	5.28	6.68	6.56	5.55	4.66	6.60	6.56
732.0	8.39	7.14	5.78	7.18	5.78	5.47	7.45	6.68	7.41	7.34	6.37	8.11	6.75	5.67	5.55	7.18	5.40	6.68	10.33	6.75	7.76	10.79
731.5	8.31	7.14	7.53	9.74	10.25	5.01	6.87	7.61	7.61	5.94	7.61	9.82	9.55	8.27	9.59	6.79	6.91	11.92	7.57	7.65	7.84	8.23
731.0	9.08	7.38	4.43	5.59	4.97	5.43	6.41	4.62	6.75	6.48	6.91	5.01	4.54	6.13	4.81	6.21	5.20	6.72	5.71	4.81	5.90	8.66
730.5	6.64	6.64	6.83	4.08	4.23	6.41	6.17	5.24	5.78	8.04	7.61	7.61	5.90	6.17	6.33	5.94	6.83	7.34	5.09	6.37	6.48	7.65
730.0	8.73	8.89	9.78	6.21	5.47	7.30	5.59	6.17	6.33	7.14	6.72	4.11	6.87	4.93	5.43	7.26	5.71	7.80	6.06	6.13	7.69	8.31
729.5	9.67	7.41	7.65	6.13	5.12	5.01	5.75	2.76	8.93	5.94	6.95	6.95	8.62	9.01	7.61	6.33	8.73	5.28	6.37	6.33	6.48	7.61
729.0	6.60	5.55	8.46	4.11	5.01	4.77	5.98	4.00	5.94	5.86	7.65	5.47	5.20	7.38	8.50	7.18	10.48	6.87	5.75	5.94	6.09	6.83
728.5	7.45	7.96	6.52	6.68	3.69	5.20	5.94	5.59	5.82	5.94	7.96	7.14	5.09	6.44	5.71	5.67	6.95	7.92	5.98	5.20	5.94	7.10
728.0	7.26	6.79	7.38	4.97	3.96	5.09	7.10	3.38	5.55	5.51	7.45	4.93	5.98	7.88	5.24	6.95	6.52	6.06	6.37	6.41	6.56	7.49
727.5	8.50	7.26																	6.41	4.54	5.71	7.69
727.0	6.87	6.99																	6.29	6.56	6.33	6.21
726.5	8.46	10.56																	6.87	7.45	6.21	9.59
726.0	6.95	6.64																	6.91	7.18	6.91	7.80
725.5	7.22	5.32	6.87	5.32	4.62	4.50	4.46	4.85	4.70	6.72	3.30	6.44	5.05	7.96	7.07	7.88	7.73	6.68	6.87	8.73	8.11	8.31

离析现象

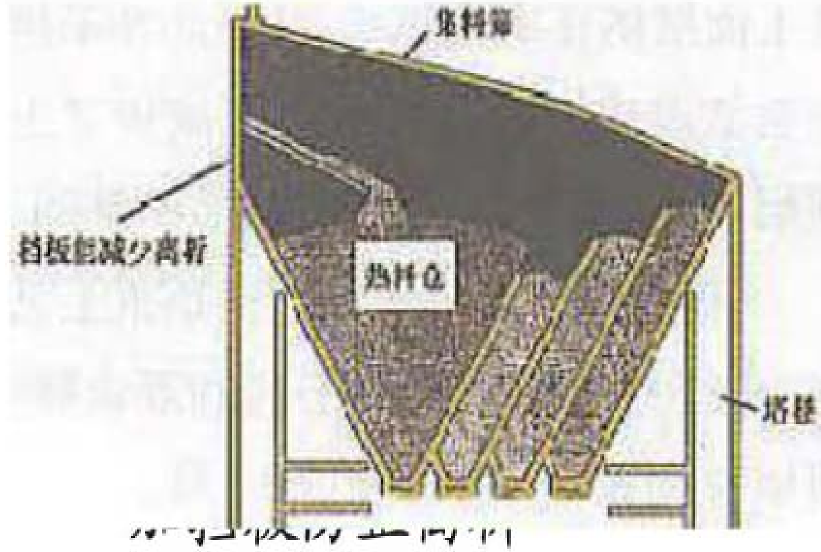
离析产生的原因

施工过程

- 生产运输环节
  - 原材料质量管理
  - 集料级配稳定性
  - 装料、运输过程
- 摊铺环节（离析最易发生环节）
  - 先天设计
  - 参数设置
  - 操作

● 防止筛分过程中产生的混仓和离析

- 保持筛分系统稳定，防止筛分系统超载运行;
- 经常性地检查筛分系统是否过载或有破洞;
- 每天检查热料仓的级配;
- 为了防止热料仓的离析，可在热料仓的上部加一挡板如图所示。

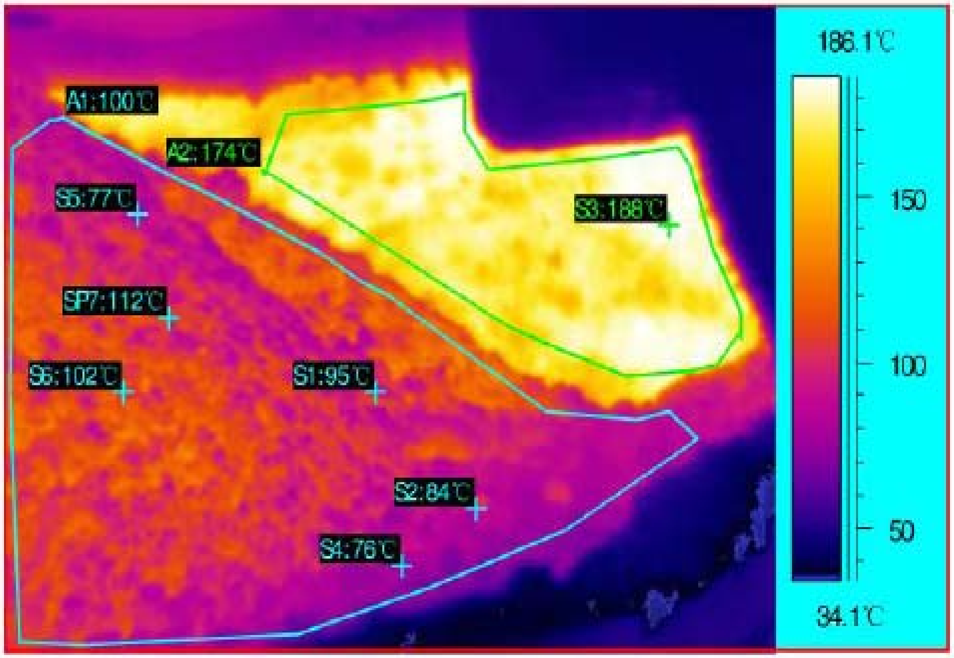


不正确的向卡车卸料

● 运输的离析

摊铺过程中的离析

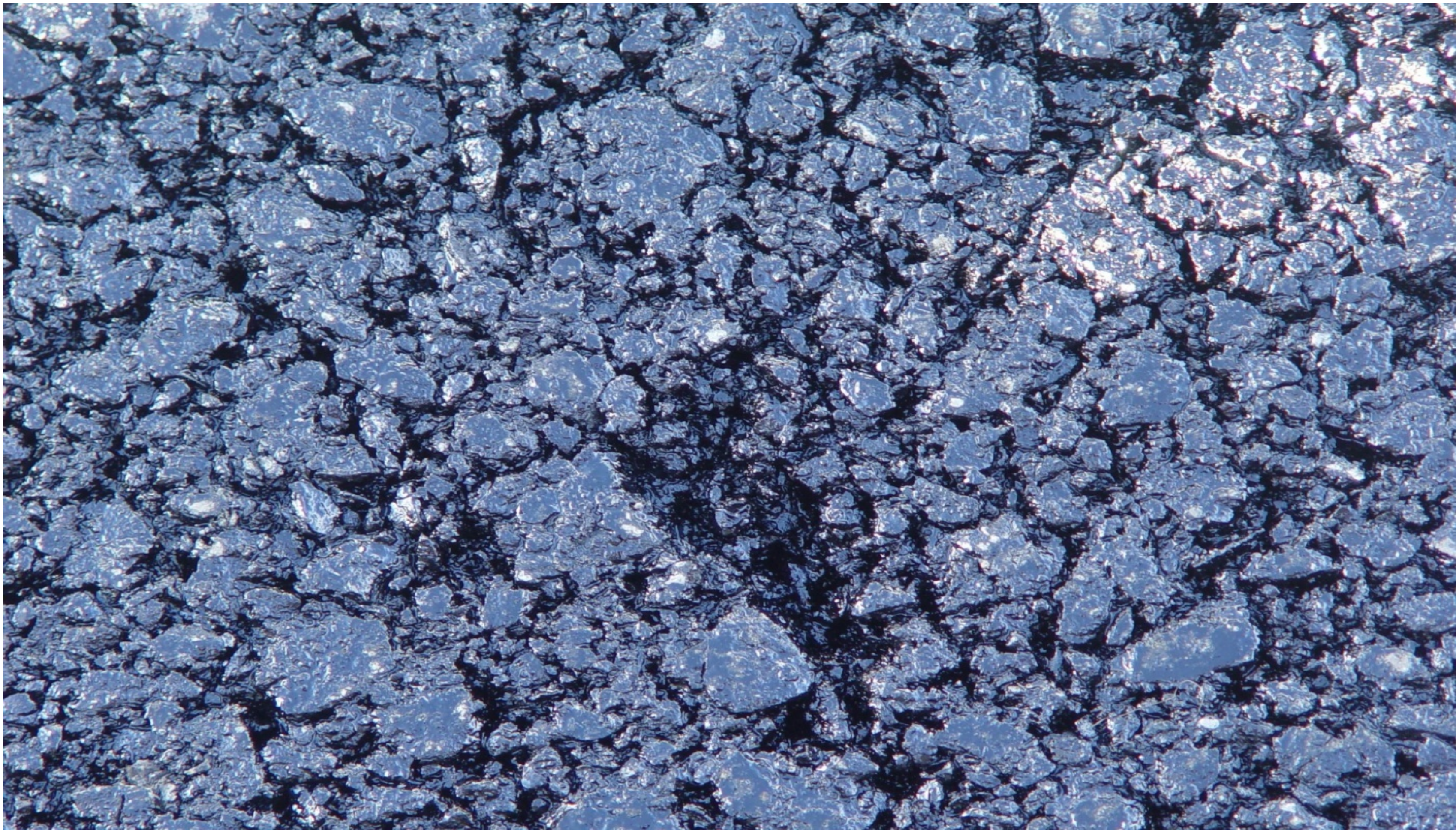
授料斗内的集料离析



授料斗内的温度离析

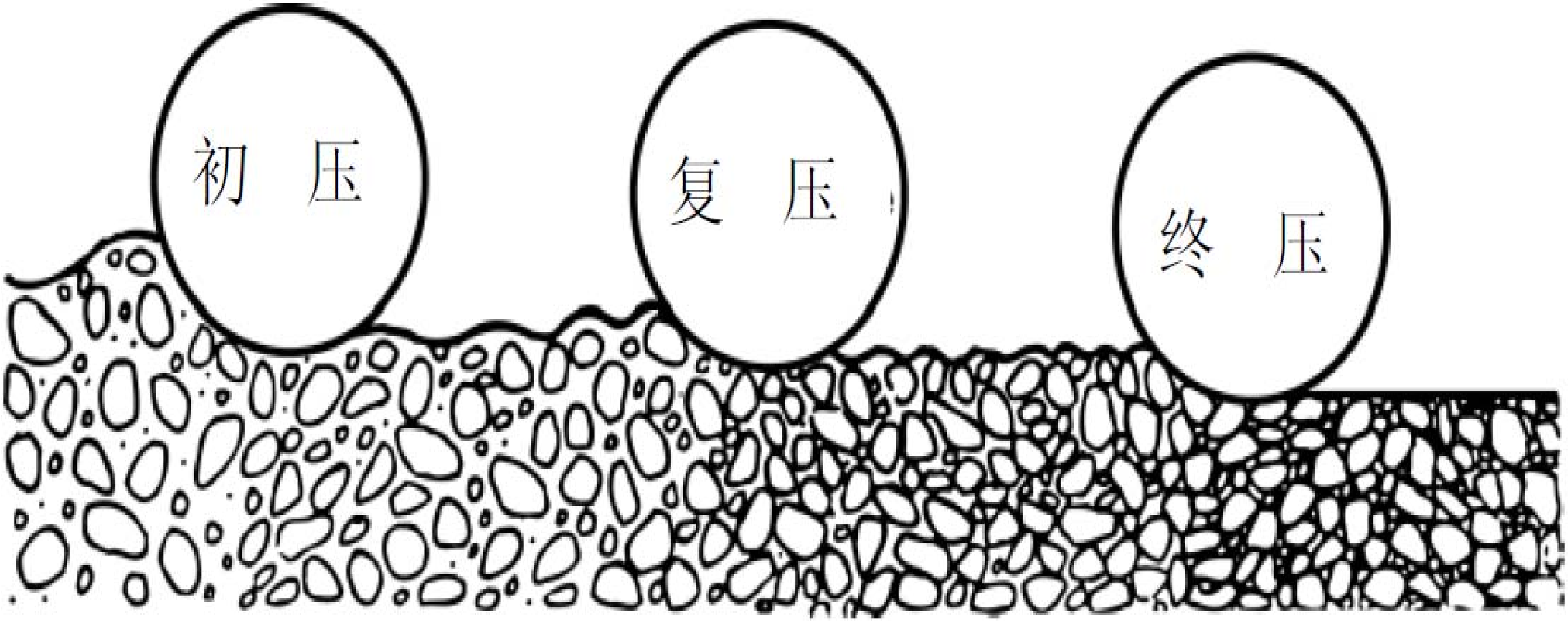
向授料斗卸料时，大骨料滚落到料斗两侧，使料斗两侧粗集料集中，同时，此处混合料温度下降较快，造成两侧的混合料温度很低，只有70～90℃，而中间混合料的温度有188 ℃，使得两侧和中间温差达到了110 ℃。

板离地高度和螺旋轴离侧板距离



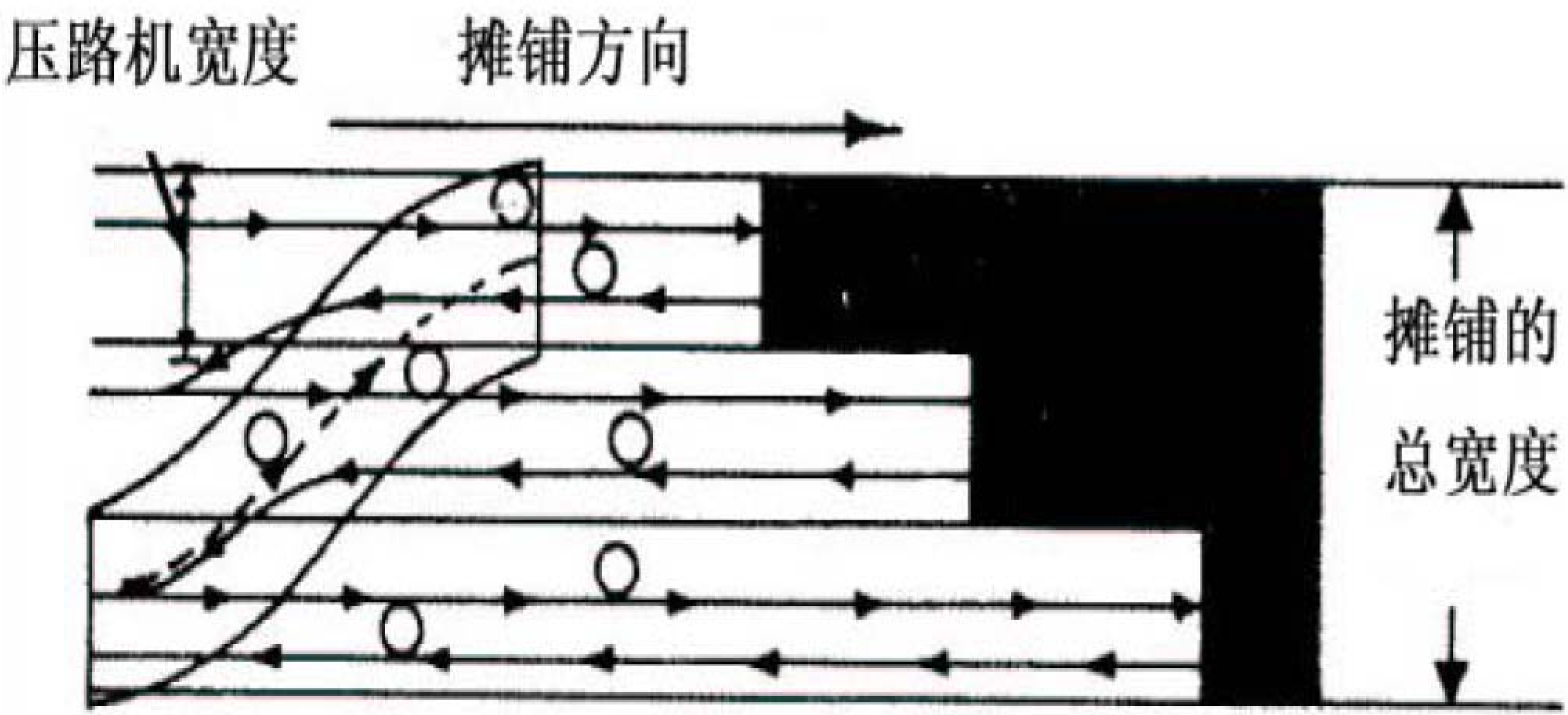
粒径与厚度比例不合理导致的表面坑洞与离析

压实基本步骤

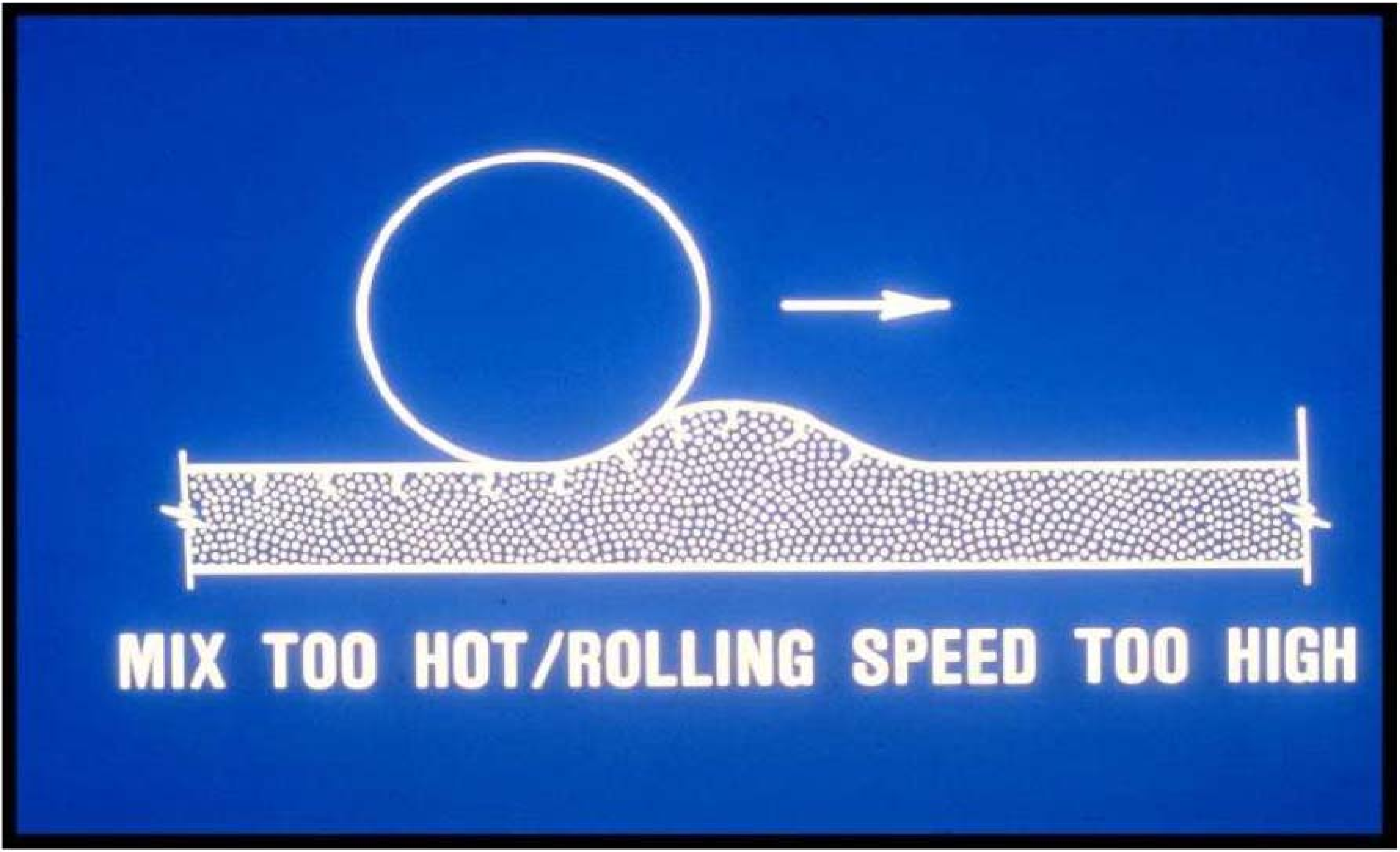


- 初始的压实
- 集料移动
- 附加的压实
- 沥青移动
- 表面平整

碾压图



混合料太热/碾压速度太快

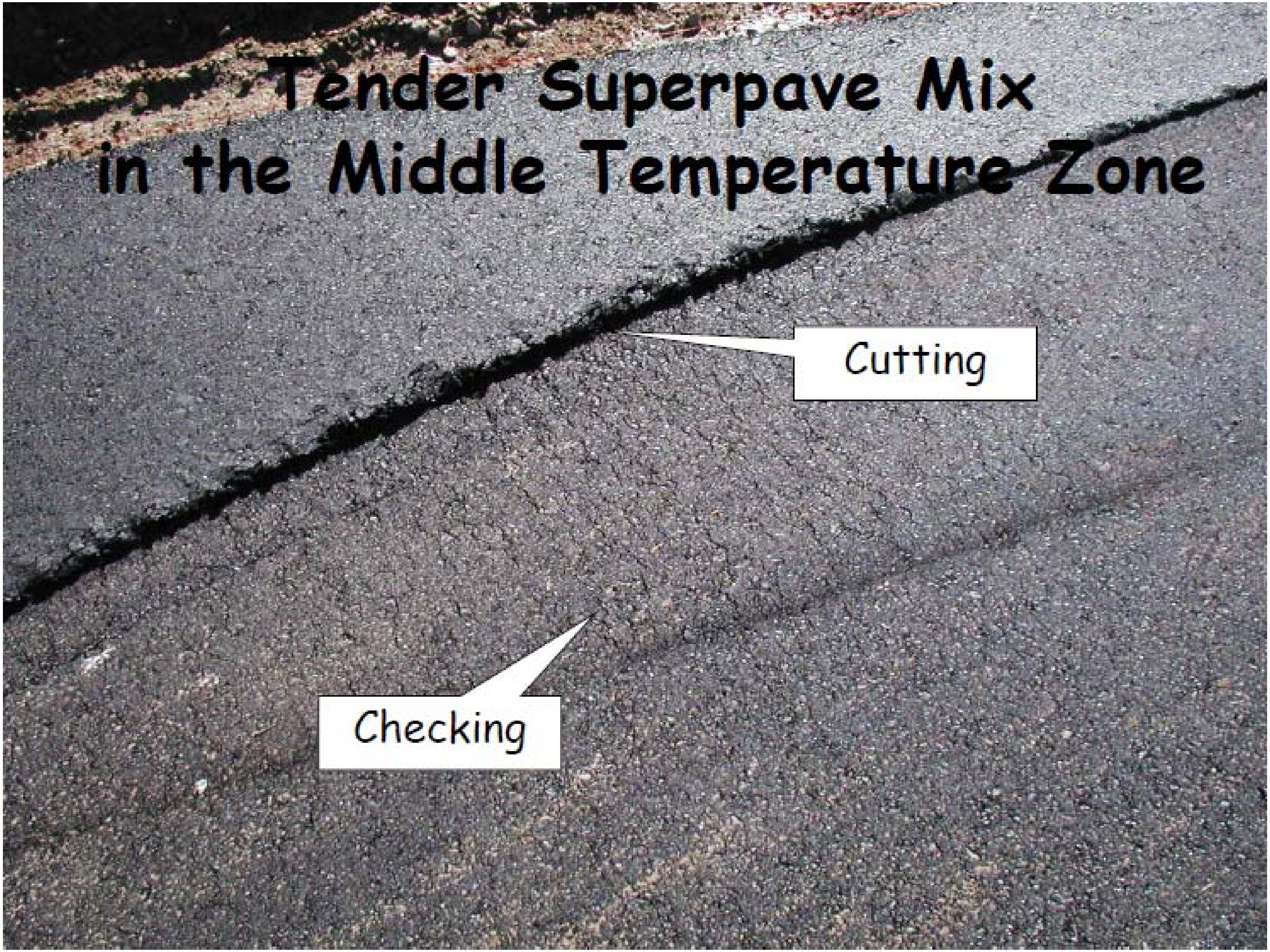


柔性混合料压实

1.沥青含量偏大
2.集料棱角性差
3.0.075Mm偏少
4.0.6-0.3mm偏多
5.粘层较差
6.拌合温度偏高

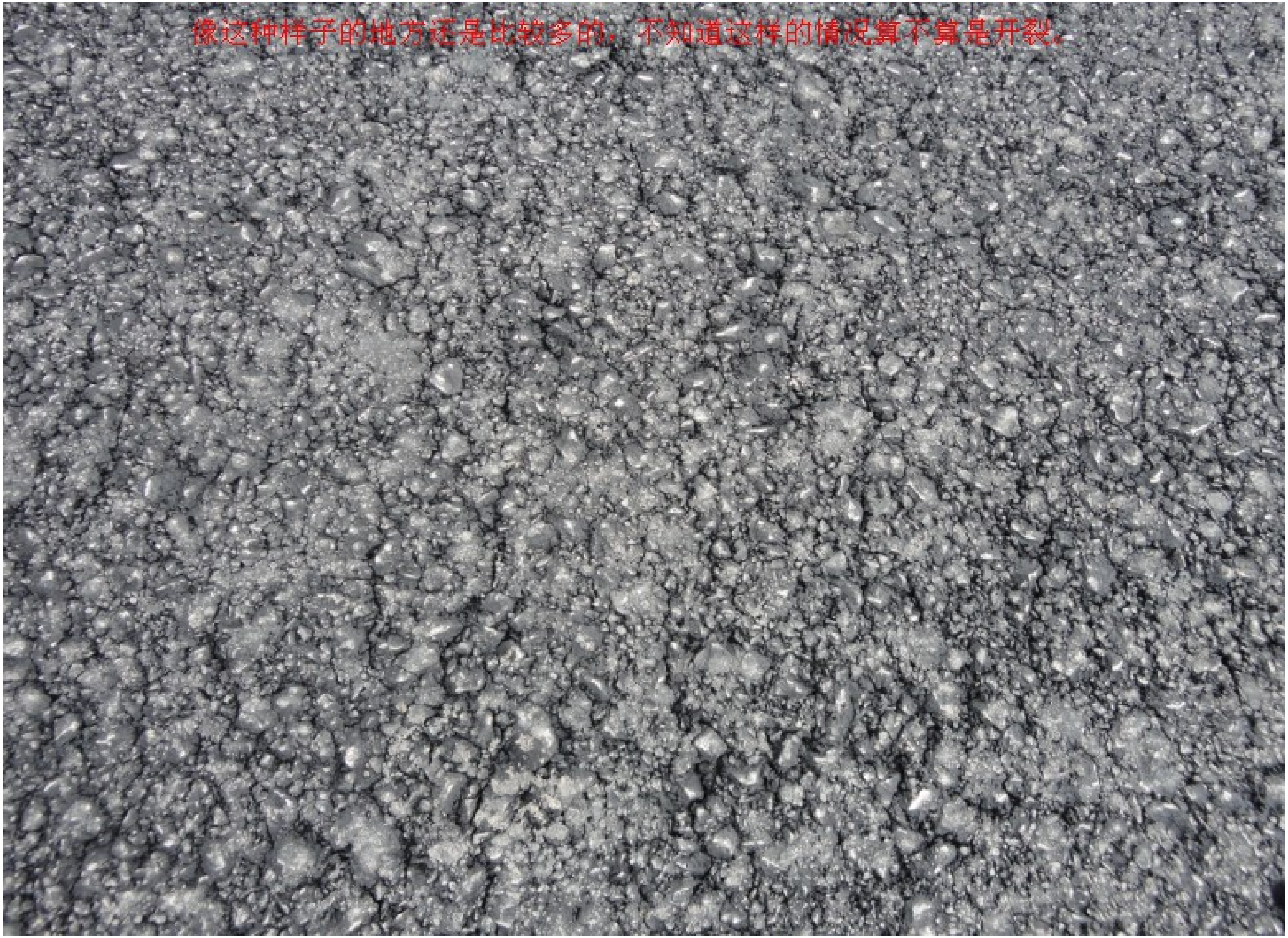
改善柔性混合料措施

- **1.**增加粗集料棱角性；
- **2.** 减少**0.6-0.3mm**含量；
- **3.**矿粉应在**4%**以上；
- **4.**增加最大工程尺寸；
- **5.**采用更硬沥青或粘度更大沥青；
- **6.**严格控制沥青用量：


Tender Superpave Mix
in the Middle Temperature Zone
Cutting
Checking

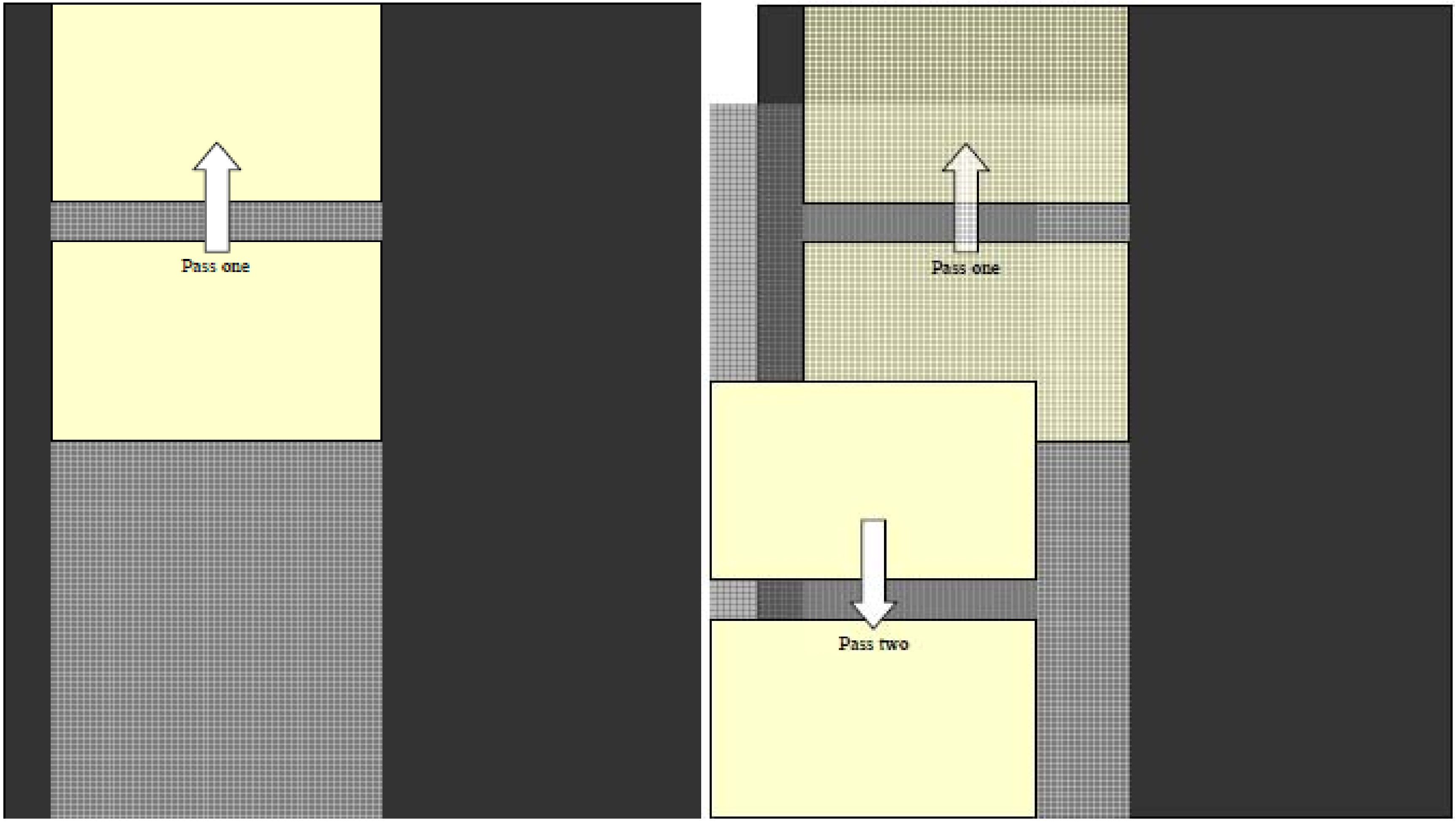
典型丝状开裂现象

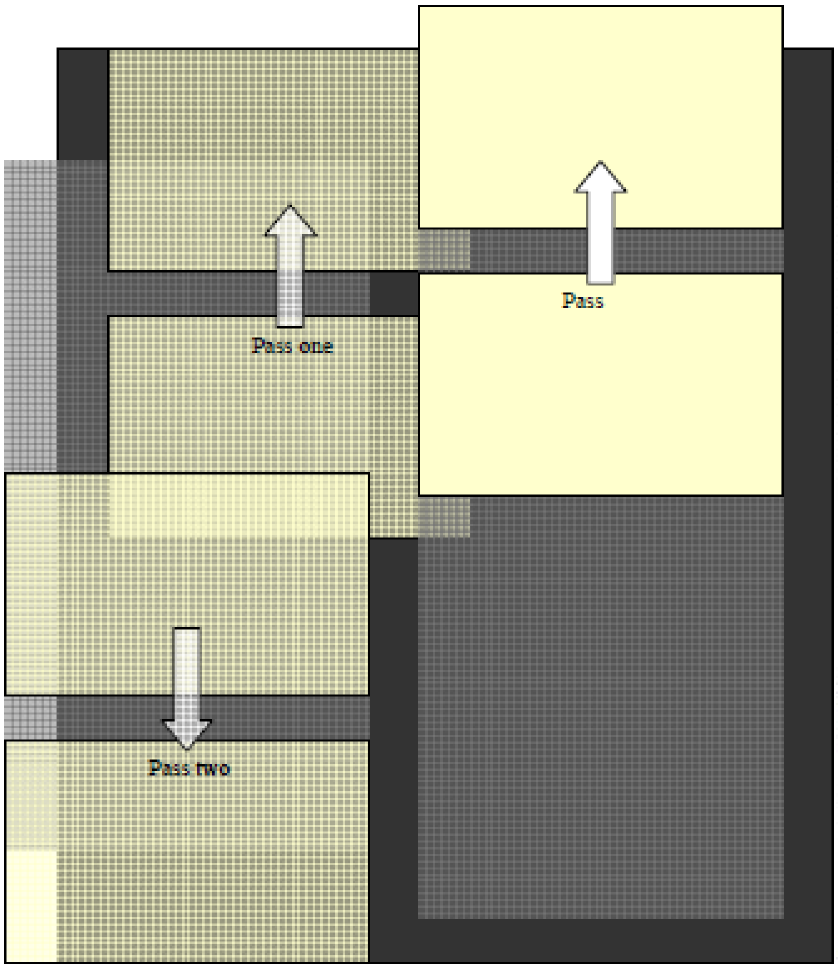
柔性混合料压实表象

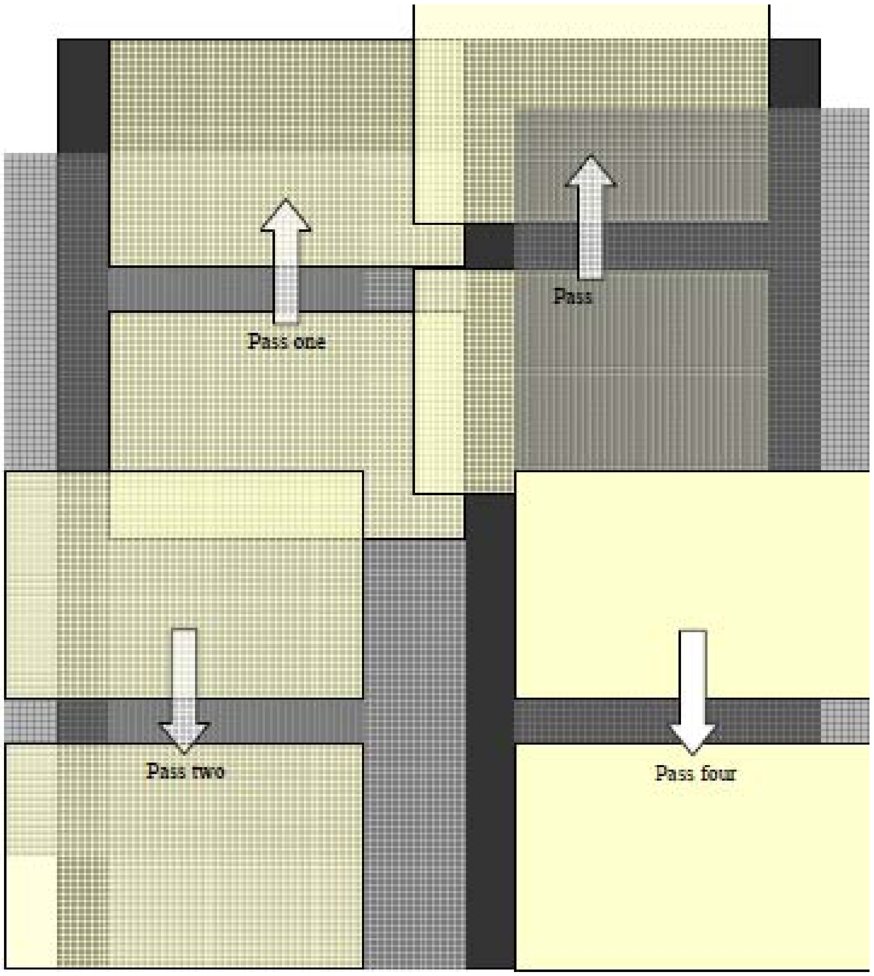

像这种样子的地方还是比较多的，不知道这样的情况算不算是开裂。

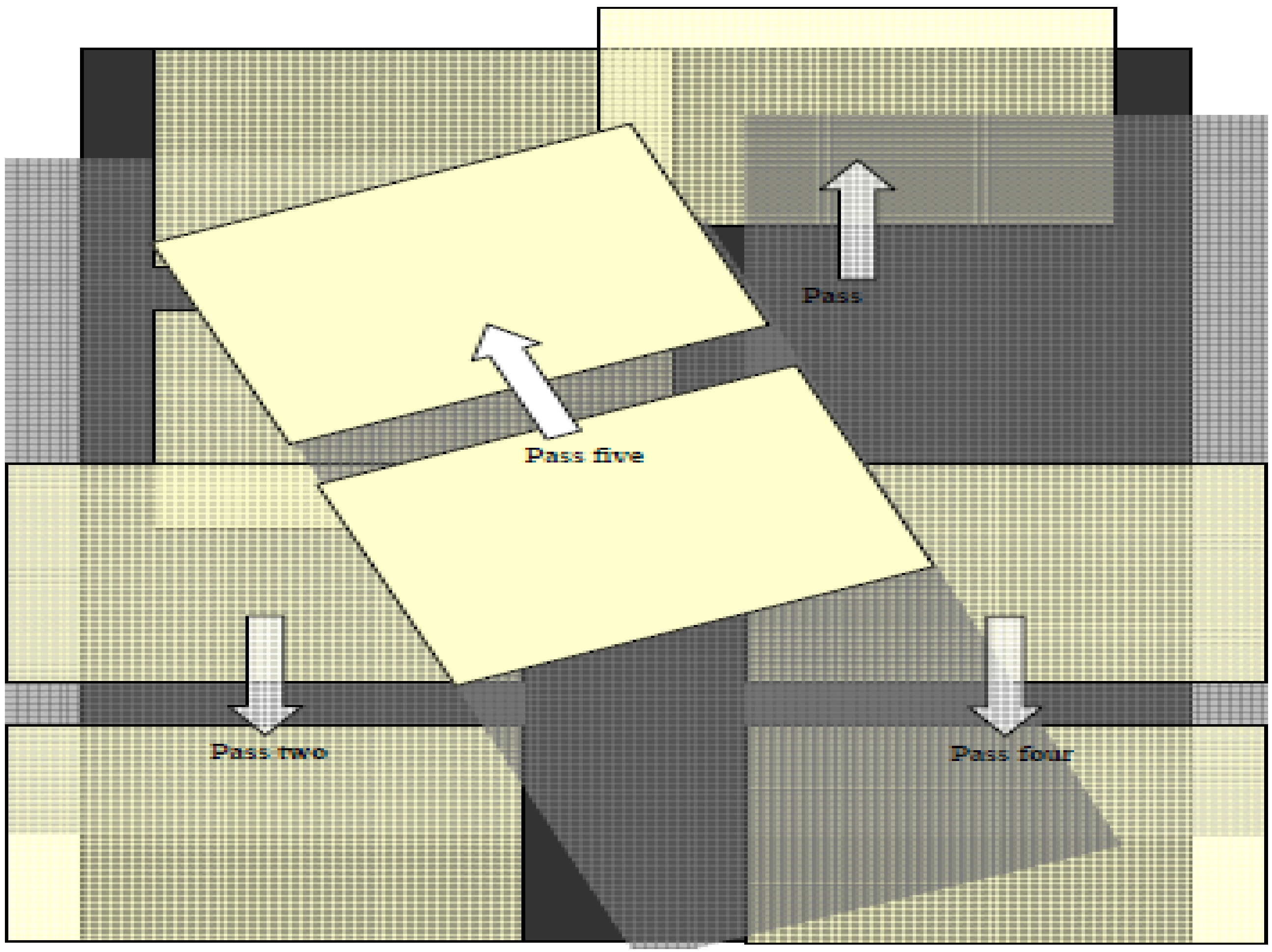

这里就是钻心取样起来以后破裂了的那一块地方

一般压实过程




Pass
Pass one
Pass two


Pass
Pass one
Pass two
Pass four



Pass
Pass five
Pass two
Pass four

Pneumatic in the tender zone

推荐的压实组合方案

- 双钢轮压路机在 160度-150度, 静压1 遍；
- 双刚轮震动压路机梯队震动碾压 2遍. 但应在145度前完成；
- 胶轮压路机紧跟其后压实2-3遍.
- 如果振动压路机在145度前不能完成，应改为胶轮搓揉1-2遍；
- 最后采用双刚轮静压一遍.

胶轮涂油过度

纵向接缝处理

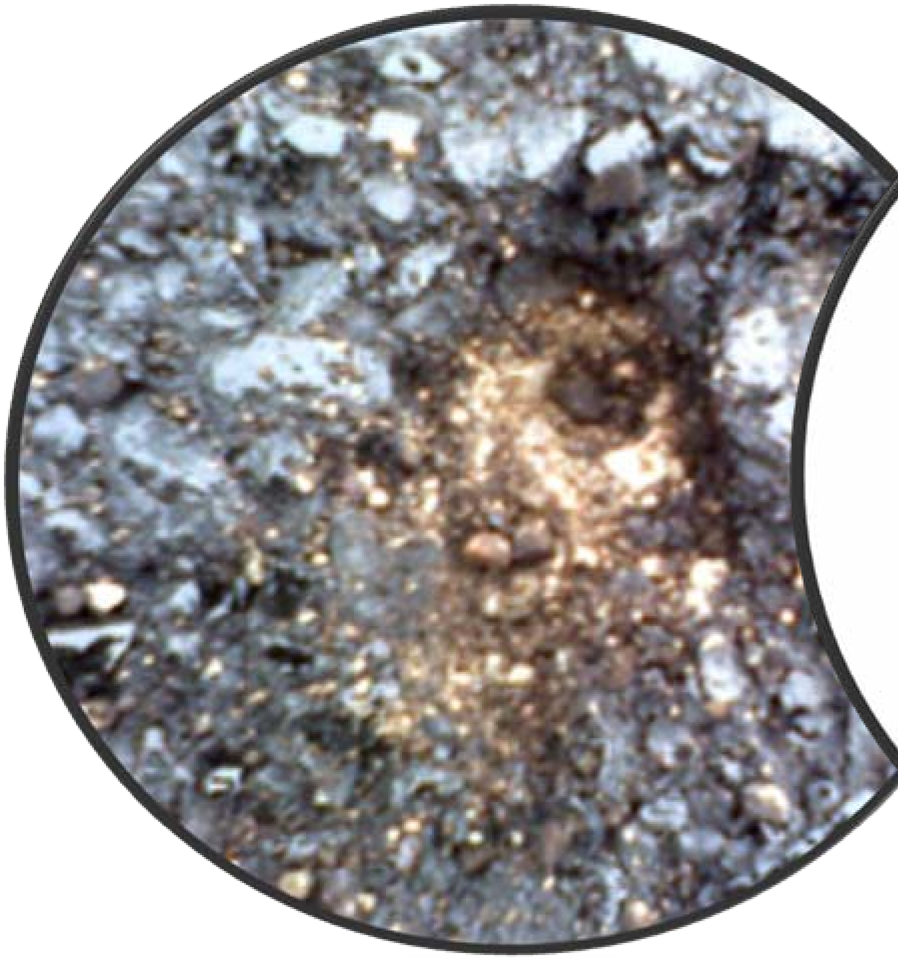
13-35mm

同步碎石封层

应力吸收层

透　　层


透　层



粘层油破损

基层表面处理

桥面粗糙处理

污染的预防措施


2011/07/22 09:21


2011/07/06 10:08


冲洗点
2011/07/



2011/07/

谢 谢