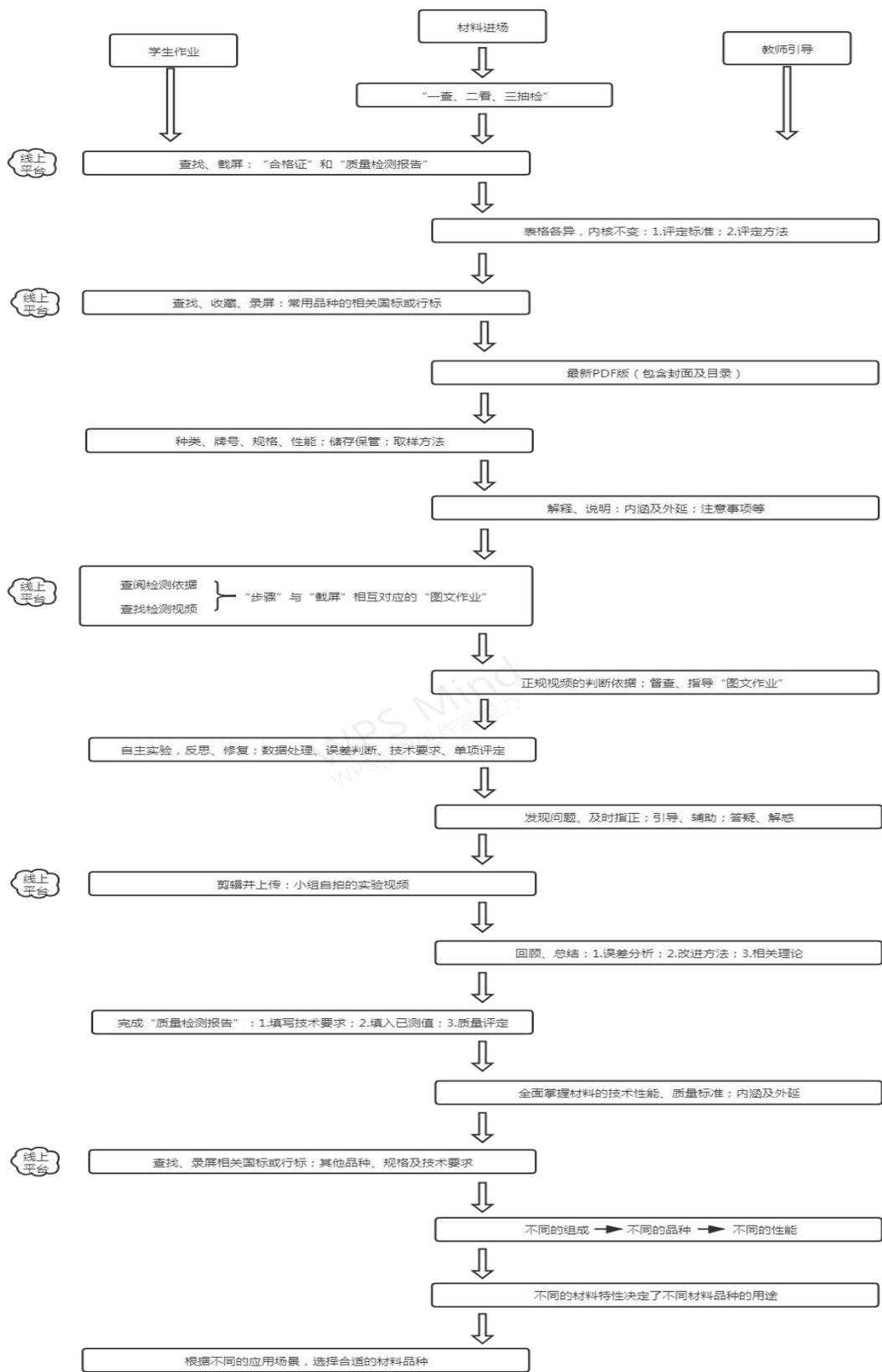


前 言

《国家职业教育改革实施方案》（国发[2019]4号）明确提出：职业院校要深化产教融合，坚持知行合一、工学结合；运用现代信息技术改进教学方式方法，及时将新技术、新工艺、新规范纳入教学标准和教学内容；倡导职业院校使用新型活页式、工作手册式教材。在此背景下，我们尝试突破《工程材料》传统教材“理论系统化”体系，突出“工作过程系统化”职教理念，利用“互联网+教育”技术手段，开展线上、线下同步混合式教学，进而推动了“线上”新标准、新规范得以即时修复“线下”纸质版教材的开发与改编。

工程材料是一门建设类专业基础课。本教材的“学习任务”按市政工程材料的性能检测及应用展开，包括砂、石、水泥、混凝土、砂浆、石灰、稳定土、钢材、沥青、沥青混合料等项目。每个“学习任务”都涵盖常用材料的种类、规格、取样复验、技术性能、质量标准、储存保管等以及不同品种材料的性能特点及应用。其中，材料的性能检测是课程重点，材料的性质与应用是课程核心。本教材改编之目的，一方面，是为后续的专业核心课学习打下坚实基础；更值得期待的是，能够为职教学生日后步入社会提前养成良好的职业思维与职业素养。

本教材的“学习任务”均以企业实际问题或任务逐步加以引导、推进。学生则在老师创设的“工作情境”中，上网查阅最新版国标、行标、规范，在教师的引领、帮助下，“查中学”、“做中学”，进而形成“知行合一”、“理实一体”的职教模式。为突出“工作过程系统化”的教学主线，凸显“以学生为主体”，“自主学习”、“可持续发展”的职教宗旨，主编特别将多年来《工程材料》的教改经验总结并转化成“教学思维导图”。



教学思维导图

从教学思维导图中，我们可以清晰地看到由“企业活动”贯穿而成的教学中轴线；看到教学的重心在导图的左侧，即学生“自主学习、自主操作”的一侧，教师则主要承担引领、督查、帮助等职责。教师必须遵循学生的认知规律，尽量提问与企业相关的具体问题，且化整为零、化繁为简。对于学生自行组织、独立操作的检测项目，教师的引导同样需要由浅入深、由易渐难，循序渐进。

我们在模拟企业行为，引导学生完成一个个“学习任务”的过程中，始终将学生视作“企业新人”、“职场新手”，让学生依照企业思路，主动上网查找最新版标准、规范，自主完成“企业问题”、“企业任务”，进而完成相关材料的种类、规格、技术性能、质量标准、储存保管等行业常识，即传统的“理论知识”的学习。借助正规视频，扎实预习，自行组织、反思修复，完成材料性能检测及质量评定等“实践性”教学环节，提升学生职业技能与规范意识。“以任务为导向”、“以学生为主体”，让学生在“查中学”、“做中学”的过程中，首先搭建属于学生自己的初浅的知识框架。然后，通过教师的引导、答疑、补充、修复，进而让学生真正内化并完善其自建的知识结构体系。

职业教育服务于一线企业，必须紧跟最新标准与规范，培养学生企业思维、规范意识以及自主学习的能力。为此，我们采用了“线上+线下”的混合式教学模式，为区别常规的线下活动，我们在教学思维导图中，还特别以“云朵曲线”标示出学生的“线上平台”作业：**a**、学生用手机查阅最新 PDF 版的相关国标或行标，以备后续相关理论或实操的学习。若发现教材摘录的规范或标准已被更新，可截屏相关条例，直接取代线下教材相关摘录。**b**、在材料性能检测前，学生自行上网搜索、优选正规检测视频；为提升预习质量，加深对规范的理解，我们还要求学生完成国标或行标的实验步骤与检测视频截屏一一对应的“图文作业”。若网上视频与规范要求不相符时，应重新查找正确视频。**c**、学生以小组为单位，在老师的引导、协助下，自行完成检测项目，并将小组自拍视频剪辑后，发送回学习平台。本教材为方便使用者明了“线上教学”程序，我们将部分学生“线上作业”转化成“二维码”，放于教材附录仅供参考。随着信息技术、人工智能的发展，网络资讯一定会更丰富、形象、动感，也更易于年轻一代的学生查阅、理解与掌握。在此，也期望企业、行业能与职教工作者一道，开发出更多更好的紧跟新标准、新规范、新技术的学习资源。

本教材的改编旨在培养职教学生学会如何学习、如何工作。“授之以鱼，不如授之以渔”，让学生主动习得，而非被灌输“是什么”以及“怎么做”的相关知识，步入企业，本来就应该查阅并依据国标、行标，规范、严谨地开展工作。教师只需要深入“为什么”及“如何解决”的教学环节，以补充、完善学生自建的知识体系，同时培养学生发现问题、反思修复的职场能力，为学生日后可持续性发展提供有效帮助和有力支撑。

本教材由广州市城市职业学院、广州市城市建设职业学校开发及改编，适合于高职高专建设类专业，特别是市政、道桥等专业教学用书，也适合作为中职及企业培训教材。

本教材分为八大“学习任务”，共 19 个“子任务”。参编人员有卢志宏（子任务 1.1、2.1、2.2、3.1、3.2）；李丹（子任务 7.1、7.2、8.1、8.2、8.3）；黄健（子任务 1.2、4.1、4.2）；马少华（子任务 6.1、6.2、6.3）；汪荷玲（子任务 3.3）；张志敏（子任务 5.1）；林煌（子任务 5.2）。全书由卢志宏统稿。

本教材在开发、改编过程中虽经调研、核证，但限于编者的专业水平或实践经验，仍难免有疏漏或不妥之处，恳请广大读者、同行专家，特别是一线技术人员批评指正。

样章：

学习任务七：沥青的性能检测及其应用

沥青材料品种繁多，按来源分为石油沥青、天然沥青、焦油沥青。其中石油沥青在土木工程中应用最为广泛，按用途可分为用于铺筑路面的道路石油沥青、用于防水、防潮，制造防水材料如油毛毡、沥青油膏的建筑沥青、大型水工结构物作为面板或芯墙防水防渗材料的水工沥青，其中道路石油沥青使用量最大，是最具典型的石油沥青，故以道路石油沥青作为主要内容。

子任务一：道路石油沥青的性能检测

一、学习准备

沥青是一种有机胶凝材料，常温下为固态、半固态或液态，颜色呈褐色或黑色，与混凝土、砂浆、金属、木材、石料等材料有很好的粘结性，具有良好的不透水性、抗腐蚀性和电绝缘性。高温时易于加工处理，常温下又很快的变硬，具有一定的抵抗变形的能力，被广泛的应用于道路、桥梁、建筑以及水利工程中。为确保工程质量，我们应对进场沥青的质量进行严格把关，做到“一查、二看、三抽检”。

(一) 请同学们上网查阅：道路石油沥青出厂合格证和道路石油沥青质量检测报告，并截屏上传学习平台。

1、请同学们查看道路石油沥青质量检测报告，找找道路石油沥青性能检测和道路石油沥青质量评定分别依据什么标准？

出厂合格证

道路石油沥青质量检测报告

茂名市维龙石化有限公司

产品合格证

SBS 改性沥青 (I-D)

贮存罐号: C3
出厂日期: 2015-04-16

执行标准: JTG E20—2014
出厂编号: 201504160059

测试项目	质量指标	实际结果	试验方法
软化点 (环球法) °C	不小于 70	84.7	GB/T4507
延度 (5°C, 5cm/min) cm	不小于 25	25.8	GB/T4508
针入度 (25°C) 1/10mm	40-60	54.6	GB/4509
针入度指数 PI	不小于 0	0.08	
动力粘度 (135°C) Pa.s	不大于 3	2.3	粘度计法
闪点 (开口) °C	不小于 230	294	GB/T267
溶解度 %	不小于 99	99.5	GB/T11148
离析, 软化点差 (163°C, 48h) °C	不大于 2.0	2.0	T0660-98
弹性恢复 (25°C) %	不小于 75	87	T0661-98
膜后: 质量变化 %	不大于 ±1.0	0.51	GB/T5304
膜后: 针入度比 %	不小于 65	78	GB/T4509
膜后: 延度 (5°C, 5cm/min) cm	不小于 15	15.5	GB/T4508

化验合格专用章:  质检员: 杨木基

注: 使用本产品时, 请在意施工规范

质量负责人: 

每车附合格证原件壹张, 装车号为: _____

罐车封条编号: _____

委托单位				工程名称					
品种及标号		生产厂家		数量 (t)					
检验依据				检验设备					
检验编号				采样日期		检验日期			
指标	单位	等级	标准值	实测值	指标	单位	等级	标准值	实测值
针入度 (25°C, 5s, 100g)	0.1mm	-			感含量 (蒸馏法) 不大于 (%)	-			
软化点 (DMM) 不小于	°C				闪点 不小于	°C	-		
15°C 粘度 不小于	cm				密度 (25°C)	g/cm ³	-		
质量变化 不大于 (%)	-	-			溶解度 不小于 (%)	-	-		
残留针入度比 (25°C) 不小于 (%)	-				针入度指数 PI	-			
残留质量 (10°C) 不小于	cm				80°C 动力粘度 不小于	P _a .s			
残留延度 (15°C) 不小于	cm				10°C 延度 不小于	cm			
结论									
备注									
检验单位 (盖章)		检测		审核		试验			
注: 1. 检测报告未加盖“检测报告专用章”无效; 2. 复测报告未加盖“复测报告专用章”或涂改无效; 3. 检测报告无试验、审核、负责人签字无效; 4. 委托试验单位对检测结果、复测试验向检测机构负责; 5. 委托方对试验结论有异议, 应在收到试验报告之日起24小时内向试验单位提出, 逾期不予受理。									

2、请同学们思考：在质量检测报告中，技术要求、检测结果与单项评定之间有何因果关系？

知识小链接：

石油沥青：是由石油或石油衍生物经常压或减压蒸馏，提炼出汽油、煤油、柴油、润滑油等轻油分后的残渣，经加工而得到的产品。

石油沥青种类很多，按生产工艺分，包括：常压渣油、减压渣油、直馏沥青、氧化沥青和溶剂沥青。常压渣油和减压渣油都属于慢凝液体沥青。一般黏性较差，常温呈黏稠膏状，低温时有粒装物质；直馏沥青、氧化沥青和溶剂沥青均为粘稠沥青。按用途可分为道路石油沥青、建筑石油沥青、防水防潮石油沥青。公路路面常用的沥青品种有道路石油沥青、液体石油沥青、乳化沥青、煤沥青、改性沥青。

石油沥青的组分通常有三组分和四组分两种分析方法。详见表 7-1、7-2。石油沥青的技术性能与各组分之间比例密切相关。液体沥青中油分和树脂含量较多，流动性较好，黏稠沥青中树脂和沥青质含量相对较多，热稳定性和黏结性较好。沥青中各组分在大气因素的长期作用下油分会向树脂转变，而树脂会像沥青质转变，导致沥青的流动性、塑性逐渐变小，脆性增加，直至断裂，从而产生老化。

表 7-1 石油沥青三组分分析法

	平均分子量	在沥青中含量	外观	对沥青性质影响
油分	200-700	40%-60%	黄色透明液体	使沥青具有流动性，含量较多时温度稳定性较差
树脂	800-3000	15%-30%	红褐色黏稠半固体	使沥青具有良好塑性和黏结性
沥青质	1000-5000	10%-30%	深褐色固体微末状微粒	决定沥青温度稳定性和黏结性

表 7-2 石油沥青四组分分析法

	平均分子量	相对密度 (g/m ³)	外观	对沥青性质影响
饱和分	625	0.89	无色液体	使沥青具有流动性，含量增加会使沥青稠度降低
芳香分	730	0.99	黄色至红色液体	使沥青具有良好塑性
胶质	970	1.09	棕色黏稠液体	有胶溶作用，使沥青胶团能分散在饱和分和芳香分组成的分散介质中，形成稳定的胶体结构
沥青质	3400	1.15	深棕色至黑色固体	在饱和分存在条件下，沥青质增加会使沥青具有较低温感性

(二) 请同学们用手机查阅最新 PDF 版《重交通道路石油沥青标准》(GB/T15180)、《道路石油沥青》(NB/SH/T0522-), 录屏上传到学习平台。然后, 借助行标目录, 查找下列问题:

1、重交通道路石油沥青适用什么道路? 分为哪六个牌号?

摘录: 《重交通道路石油沥青标准》(GB/T15180-2010):

1 范围

1.1 本标准规定了以石油为原料, 经适当工艺生产的, 适用于修筑重交通道路石油沥青的技术要求及试验方法, 以及包装、标志、储存、运输等要求。

1.2 本标准所属产品适用于修筑高速公路一级公路和城市快速路、主干路等重交通道路, 也适用于其他各等级道路、城市道路、机场道面等, 以及作为乳化沥青、稀释沥青和改性沥青的原料。

3 产品分类

本标准按针入度范围分为 AH-130、AH-110、AH-90、AH-70、AH-50, AH-30 等六个牌号。

4 技术要求

本标准的技术要求见表 7-3 所示:

表 7-3 重交通道路石油沥青技术要求

项目	质量指标					
	AH-110	AH-90	AH-130	AH-70	AH-50	AH-30
针入度 (25℃, 100g, 5s) (1/10mm)	120~140	100~120	80~100	60~80	40~60	20~40
延度 (15℃) /cm	不小于 100	100	100	100	80	报告
软化点/℃	38~51	40~53	42~55	44~57	45~58	50~65
溶解度/%	不小于 99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
闪电 (开口杯法) /℃	不小于	230				260
密度 (25℃) (kg/m ³)	报告					
蜡含量 (质量分数) /%	不大于 3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
薄膜烘箱试验 (163℃, 5h)						
质量变化/%	不大于 1.3	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5
针入度比/%	不小于 45	48	50	55	58	60
延度 (15℃) /cm	不小于 100	50	40	30	报告	报告
报告必须报告实测值						

2、道路石油沥青适用什么道路？分为哪几个牌号？

摘录：《道路石油沥青》（NB/SH/T0522-2010）：

1 范围

1.1 本标准规定了以石油为原料，经各种工艺生产的适用于修建中、低等级道路及城市道路非主干道路面的道路石油沥青的技术要求及试验方法，以及包装、标志、贮存、运输及交货验收、采样。

1.2 本标准所属产品适用于中、低等级道路及城市道路非主干道的道路沥青路面，也可作为乳化沥青和稀释沥青的原料。

3 产品分类

本标准所属产品按针入度范围分为 200 号 180 号 140 号 100 号、60 号五个牌号。

4 技术要求和试验方法

道路石油沥青的技术要求和试验方法见表 7-4 所示。

表 7-4 道路石油沥青技术要求

项目	质量指标				
	200 号	180 号	140 号	100 号	60 号
针入度 (25℃, 100g, 5s) (1/10mm)	200~300	150~200	110~150	80~110	50~80
延度 ²⁵ (25℃) /cm 不小于	200	100	100	90	70
软化点/℃	30~48	35~48	38~51	42~55	45~58
溶解度/% 不小于	99.0				
闪电 (开口杯法) /℃ 不高于	180	200	230		
密度 (25℃) (kg/m ³)	报告				
蜡含量 (质量分数) /% 不大于	4.5				
薄膜烘箱试验 (163℃, 5h)					
质量变化/% 不大于	1.3	1.3	1.3	1.2	1.0
针入度比/% 不小于	-				
延度 (25℃) /cm 不小于	-				
注: 如 25℃延度达不到, 15℃延度达到时, 也认为是合格的, 指标要求与 25℃延度一致。					

知识小链接:

1、石油沥青为胶体结构, 技术性能取决于该结构, 根据沥青中各组分的相对含量, 可分为三种类型: 溶胶型结构、凝胶型结构、溶-凝胶型结构。

沥青结构类型	结构特点	材料性能特征	路用性能
溶胶型结构	沥青质含量较少, 同时有一定数量的胶质使得胶团能够完全胶溶分散在芳香分和饱和分中, 沥青质胶团相距较远, 吸引力很小, 胶团在胶体结构中运动较为自由	稠度小, 流动性大, 塑性好, 但温度稳定性较差	较好的自愈性, 低温时的变形能力较强, 但高温稳定性较差
凝胶型结构	沥青质含量较高, 并有相当数量的胶质来形成胶团, 沥青质胶团之间的距离缩短, 吸引力增加, 胶团移动较为困难, 形成空间网格结构	弹性、黏结性、高温稳定性较好, 但流动性和塑性较差	良好的高温稳定性, 但其低温变形能力较差
溶-凝胶型结构	沥青质含量适当, 有较多数量的胶质, 形成的胶团数量较多, 距离相对靠近, 胶团之间有一定的吸引力, 结构介于溶胶与凝胶之间	性能介于溶胶型和凝胶型之间	高温时具有较低的感温性, 低温时又具有较好的变形能力。

2、选用沥青材料时, 应根据工程性质、当地气候条件、所处工程部位等来选择不同品牌和牌号的沥青道路石油沥青主要应用于道路工程, 重交通道路石油沥青主要适用于修筑高速公路、一级公路和城市快速路、主干路等交通量道路, 按针入度范围分为 AH-130、AH-110、AH-90、AH-70、AH-50, AH-30 六个牌号, 在行业标准《道路石油沥青》中, 应用于中轻交通量道路沥青路面的石油沥青针入度范围分为 200 号、180 号、140 号、100 号、60 号五个牌号。道路液体石油沥青主要用于透层、黏层以及冷拌沥青混合料, 按凝结速度分为快凝、中凝和慢凝三类。

经建设单位同意, 道路石油沥青的 PI 值、60℃动力粘度, 10℃延度可作为道路工程选择性指标, 具体如表 7-4 所示。

表 7-4 道路石油沥青的适用范围

沥青等级	适用范围
A 级沥青	各个等级的公路, 适用于任何场合和层次。
B 级沥青	①高速公路、一级公路沥青下面层及以下的层次, 二级及二级以下公路的各个层次; ②用作改性沥青、乳化沥青、改性乳化沥青、稀释沥青的基质沥青。

2、复验沥青针入度、软化点、延度三大指标时，分别依据哪些标准进行检测？划分沥青牌号的主要指标是什么？

摘录：《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-2011）：

针入度：在规定温度和时间内，附加一定质量的标准针垂直穿入沥青试样的深度，以 0.1mm 表示。

按《沥青针入度试验》（T0604-2011）进行试验。

延度：规定形态的沥青试样，在规定温度下以一定速度受拉伸至断开时的长度，以 cm 表示。延度值越大，表示塑性越好。

按《沥青延度试验》（T0605-2011）进行试验。

软化点：沥青试样在规定尺寸的金属环内，上置规定尺寸和质量的钢球，放于水或甘油中，以规定的速度加热，至钢球下沉达规定距离时的温度，以℃表示。

按《沥青软化点试验》（T0606-2011）进行试验。

划分沥青牌号的主要指标是针入度。

知识小链接：

1、沥青路面采用的沥青标号，宜按照公路等级、气候条件、交通条件、路面类型及在结构层中的层位及受力特点、施工方法等，结合当地的使用经验，经技术论证后确定。

2、对高速公路、一级公路，夏季温度高、高温持续时间长、重载交通、山区及丘陵区上坡路段、服务区、停车场等行车速度慢的路段，尤其是汽车荷载剪应力大的层次，宜采用稠度大、60℃粘度大的沥青，也可提高高温气候分区的温度水平选用沥青等级；对冬季寒冷的地区或交通量小的公路、旅游公路宜选用稠度小、低温延度大的沥青；对温度日温差、年温差大的地区宜注意选用针入度指数大的沥青。当高温要求与低温要求发生矛盾时应优先考虑满足高温性能的要求。

当缺乏所需标号的沥青时，可采用不同标号掺配的调和沥青，其掺配比例由试验决定。

3、道路石油沥青依据什么标准进行取样？固体或半固体石油沥青如何取样？

摘录：《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-2011）：

T0601-2011 沥青取样法

3.1 准备工作

检查取样和盛样器是否干净、干燥，盖子是否配合严密。使用过的取样器或金属桶等盛样容器必须洗净、干燥后才可使用。对供质量仲裁用的沥青试样，应采用未使用过的新容器存放，且由供需双方人员共同取样，取样后双方在密封条上签字盖章。

3.2 试验步骤

3.2.1 从储油罐中取样

1) 无搅拌设备的储罐

(1) 液体沥青或经加热已经变成流体的黏稠沥青取样时，应先关闭进油阀和出油阀然后取样。

(2) 用取样器按液面上、中、下位置(液面高各为 1/3 等分处，但距罐底不得低于总液面高度的 1/6)各取 1~4L 样品。每层取样后，取样器应尽可能倒净。当储罐过深时，亦可在流出口按不同流出深度分 3 次取样。对静态存取的沥青，不得仅从罐顶用小桶取样也不得仅从罐底阀门流出少量沥青取样。

(3) 将取出的 3 个样品充分混合后取 4kg 样品作为试样，样品也可分别进行检验。

2) 有搅拌设备的储罐

将液体沥青或经加热已经变成流体的黏稠沥青充分搅拌后，用取样器从沥青层的中部取规定数量试样。

3.2.2 从槽车、罐车、沥青洒布车中取样

- 1) 设有取样阀时，可旋开取样阀，待流出至少 4kg 或 4L 后再取样。
- 2) 仅有放料阀时，待放出全部沥青的 1/2 时取样。
- 3) 从顶盖处取样时，可用取样器从中部取样。

3.2.3 在装料或卸料过程中取样

在装料或卸料过程中取样时，要按时间间隔均匀地取至少 3 个规定数量样品，然后将这些样品充分混合后取规定数量样品作为试样，样品也可分别进行检验。

3.2.4 从沥青储存池中取样

沥青储存池中的沥青应待加热熔化后，经管道或沥青泵流至沥青加热锅之后取样。分间隔每锅至少取 3 个样品，然后将这些样品充分混匀后再取 4.0kg 作为试样，样品也可分别进行检验。

3.2.5 从沥青运输船中取样

沥青运输船到港后，应分别从每个沥青舱取样，每个舱从不同的部位取 3 个 4kg 的样品，混合在一起，将这些样品充分混合后再从中取出 4kg，作为一个舱的沥青样品供检验用。在卸油过程中取样时，应根据卸油量，大体均匀地分间隔 3 次从卸油口或管道途中的取样口取样，然后混合作为一个样品供检验用。

3.2.6 从沥青桶中取样

1) 当能确认是同一批生产的产品时，可随机取样。当不能确认是同一批生产的产品时，应根据桶数按照表 T0601 规定或按总桶数的立方根数随机选取沥青桶数。

表 T0601 选取沥青样品桶数

沥青桶总数	选取桶数	沥青桶总数	选取桶数
2~8	2	217~343	7
9~27	3	344~512	8
28~64	4	513~729	9
65~125	5	730~1000	10
126~216	6	1001~1331	11

2) 将沥青桶加热使桶中沥青全部熔化成流体后，按罐车取样方法取样。每个样品的数量，以充分混合后能满足供检验用样品的规定数量不少于 4.0kg 要求为限

3) 当沥青桶不便加热熔化沥青时，可在桶高的中部将桶凿开取样，但样品应在距桶壁 5cm 以上的内部凿取，并采取措施防止样品散落地面沾有尘土。

3.2.7 固体沥青取样

从桶、袋、箱装或散装整块中取样时应在表面以下及容器侧面以内至少 5cm 处采取。如沥青能够打碎，可用一个干净的工具将沥青打碎后取中间部分试样；若沥青是软塑的，则用一个干净的热工具切割取样。

当能确认是同一批生产的样品时，应随机取出一件按本条的规定取 4kg 供检验用。

3.2.8 在验收地点取样

当沥青到达验收地点卸货时，应尽快取样。所取样品为两份：一份样品用于验收试验；另一份样品留存备查。

4、石油沥青依据什么标准进行包装、贮运及交货？贮运过程应该注意哪些事项？

摘录：《石油产品包装、贮运及交货验收规则》（SH 0164-2008）：

2 包装方法

2.1 原油、燃料油、铜滑油、软蜡及苯类等液体产品贮运时，必须装入油罐，油耀车、油船铁桶、塑料桶玻璃瓶等容器。油品注入上述容器时，应根据气温变化情况，考虑到油品的膨胀性，留出必要的安全空间，且不可充满。

2.2 润滑酚类产品应装在铁桶、塑料桶或衬有不吸油的纸（或塑料袋）的比较坚固的竹、纸、木桶等容器中。

2.3 固体蜡类产品应铸成块状（或喷雾成粒状），装在纸盒、铁盒塑料袋或麻袋等容器中。每件重量一般不得超过 60kg。

2.4 石油沥青可视其性质，按季节采取下列办法：

a. 软化高于 95℃ 的石油沥青，要铸成便于装运的块状、条状、球状或粒状，冷季（九月十五日至次年三月十五日）可以装；热季（三月十六日至九月十四日）采用撒布滑石粉等办法防止粘结；

b. 软化点为 60℃-95℃ 的石油沥青，冷季可以散装；热季用牛皮纸筒或衬有牛皮纸的筐篓包装；

c. 软化点低于 60℃ 的石油沥青，一般用铁框或石油青保温车装运；

d. 专用石油沥青由产、销、用各方面协商适当的装运办法。

2.5 石油焦一般应用清扫过的货车装运。在用敞车散装时，根据使用要求尽量采用篷布或苇席盖上。

2.6 所有包装容器，可以因地制宜，就地取材，但必须保证完整、不漏、不影响产品的质量。为了节约资源，根据情况应尽量回收使用。

2.7 所有密闭容器待装完油品后应立即加盖密封，对油罐车、油船和棚车铅封（原油、重油及沥青等不需铅封的产品除外）。

3 标志

3.1 小容器盛装的石油产品，均应分成批次，并在每一容器上标明下列标志（重油、沥青等除外）。

a. 油品名称及牌号；

b. 生产厂名称或石油站名称及包装年、月、日；

c. 毛重、净重；

d. 货堆或批次编号；

e. 进出口石油产品应注明国别；

f. 对于液体石油产品应注明易燃品，严禁烟火。

3.2 用油罐车、油船或油罐发货时发货单位应按批次到站向收货单位交付产品检验合格证（船运可带油样品）。应将合格证副本系在油罐车盖内，油船运输时则应交船方转递。

7 保管及运输

7.1 保管及运输石油产品时，必须依其名称、性质、牌号加以区别。

7.2 盛装石油产品所用的容器，必须完整、清洁、不漏、经检查符合要求后，方能使用。

7.3 为了阻止阳光及雨雪的照射和直接接触而影响产品质量，在保管石油产品时，可按下列顺序入库：

a. 特种润滑油及润滑脂；

b. 透明石油产品；

c. 石蜡及地蜡；

d. 包装易于损坏者等。

如露天放置，应用防晒布或其他材料搭棚遮盖，实在不得已而贮存量甚大且无防雨布时，划须将桶斜立置并与地面成 75° 角，桶上大小盖口应在同一水平线上，以防雨水渗入。

7.4 装有石油产品的油桶，可以按其种类分组堆积存放，水泥地面尽可能垫上木板，土地面最好垫较厚的垫木，每组堆积的体积不得超过 50m³，堆积高度视油桶质量而定，一般大桶可堆 2-3 层，小桶可堆 5-6 层，两层之间应用木板隔开，每一堆要挂上标签，注明所存油品的名称、牌号及时间、组与组或行列之间应保持 1m 以上距离，还应执行有关防火规定。

7.5 在气温高时（30℃ 以上），汽油等轻质油品易挥发损失，影响质量，且不安全因此需采用适当冷却方法。

7.6 易燃的石油产品，在保管与运输中，须执行有关防火安全规定。必须严禁烟火，并应设置完善的消防设备。在抽注油或倒罐时，油罐及活管必须用导电的金属线接地，以防止静电聚积起火。

7.7 输运易凝的石油产品，可用蒸汽加热盘管或具有加热设备的保温车进行接卸；重柴油、重油及半软沥青等可用直接水蒸气加热，禁止使用明火。

7.8 在开关容器盖子时，必须使用特制扳手，不得用凿子及锤子，以免产生火花，引起火灾，开启前要擦净，封闭时要加垫片，以免将油弄脏。

7.9 较大容器（如油罐）要定期对油品检查、化验和清扫容器底部聚沉的残渣及污物。化验和清扫期限随贮存情况和产品质量要求自行作出具体规定。

7.10 用油罐车、油船等运输时，一定要保护好注油口或排油口的铅封，车站交接时，需按快道部规定的货车施封及拆封规则，并认真检查铅封状况，以免在运输途中发生意外。

7.11 凡接触油罐车装运的各种油品的收货人，在卸车后，须及时对每一油罐车填写一份记录前次所装油品名称、牌号的油罐车回送单，随车带走或送交车站，以便往各地配车时记录前次所装油品名称、牌号，以减少洗油罐车次数，发挥油罐车效率，并避免因混装而引起的油品变质。

8 交货验收及计量

8.1 交货验收

8.1.1 交货验收石油产品时，其质量按国家、部颁标准或企业标准。尚无标准的产品（如代加工及特种石油产品）则以协议规格为准。

8.1.2 收、发货单位或运输部门应保证供给清洁并适合贮存该种产品的容器，并由收、发货及运输三方共同对容器按本规则进行检查，如认为不合要求时，提供容器单位必须负责清洗或调换合格的容器。在遇到对容器清洁程度的判定有争执时，一律不装，但在一方坚持要求装运时，如发生质量问题，则由要求的一方负责。

8.1.3 发货单位根据所发出产品的油罐或管线中采取的油样化验的结果判定质量，如合格则发出产品，并给予产品质量合格证。

8.1.4 收货单位有权抽查所发出的产品质量，如发现该批产品不符合所订质量标准时，可提出复验保留样品（见本方法第 3 章）意见，以保留样品的分析结果为仲裁根据。

8.1.5 接收散装成批的产品时,收货单位在到货地点检查容器及签封是否完整,如发现签封损坏等情况,应由运输部门查清原因。

8.1.6 以管道输送直接交货时,由发货单位的油罐(发油罐)中取样进行质量检验,但发货单位不得将水或杂质送进收货单位的容器中,否则收货单位容器内油料变质,应由发货单位负责;如因收货单位的容器不清洁或原存油品而影响新装入油品质量时,则由收货单位自行负责。

8.1.7 交、接双方在产品质量化验上发生争议时,双方可共同化验或委托双方同意的单位或商请仲裁单位决定(仲裁单位为中国石化总公司石油化工科学研究院)。

8.2 计量

8.2.1 石油产品交货验收时使用的量具(流量计、密度计、温度计、卷尺、秤等)均应经国家计量机关规定,认为合格并附有校正表方可使用,在不具备上述条件时,应采用交、接双方同意的计量量具。

8.2.2 贮运石油产品容器(如油罐车、油船油罐等)的容积的计算应按照国家计量机关的规定或交接双方所同意的方法进行标定与换算。

8.2.3 发运石油产品的计量,交方应会同接方共同进行,当接方不具有计量条件时,可根据双方的合同规定进行,在条件许可下应在油品装入油罐车、油船、油罐或其他容器在油面稳定后进行计量。

8.2.4 按有关标准的规定进行取样及测定密度,密度应换算至油罐车、油船、油罐等其他容器中油品的实际温度的密度。

8.2.5 交接的石油产品的水含量,在特殊情况下超过标准规定而双方认为对质量又无影响时,则应由交货数量中扣除油中所含全部水分。

9 其他

凡本规划未尽的事宜,可在有关产品标准中作补充规定,或由收、发货双方协议解决。

知识小链接:

石油产品在交接验收和交接后在转运或贮存中,发生有关质量的意见分歧时,均按规定留样(液体产品 1L; 固体产品 0.5kg)作为仲裁检验的凭证。石油沥青保存三个月,样品在整个保存期间应保持签封完整无损。

沥青必须按品种、标号分开存放。除长期不使用的沥青可放在自然温度下存储外,沥青在储罐中的贮存温度不宜低于 130℃,并不得高于 170℃。桶装沥青应直立堆放,加盖苫布。

道路石油沥青在贮运,使用及存放过程中应有良好的防水措施,避免雨水或加热管道蒸汽进入沥青中。

二、任务实施

请同学们用手机查阅最新 PDF 版行标《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-): T0604、T0605、T0606、T0616,依次录屏后,上传到学习平台。然后,我们将依据这些标准分别对沥青针入度、延度、软化点三大指标及沥青与粗集料粘附性进行检测。

(一) 沥青针入度的检测

1、前期准备:请同学们查阅《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-)中 T0602 沥青试样准备方法、T0604 沥青针入度测定法,以小组为单位,搜索并优选相关检测视频,提前做好检测步骤与视频截屏一一对应的“图文作业”(附视频链接及截屏如下),以确保本组自主实验顺利进行。

摘录:《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20-2011):

T0602 沥青针试验准备方法:

3.1.1 将装有试样的盛样器带盖放入恒温烘箱中,当石油沥青试样中含有水分时,烘箱温度 80℃左右,加热至沥青全部熔化后供脱水用。当石油沥青中无水分时,烘箱温度宜为软化点温度以上 90℃,通常为 135℃左右。对取来的沥青试样不得直接采用电炉或燃气炉明火加热。

3.1.2 当石油沥青试样中含有水分时,将盛样器皿放在可控温的砂浴、油浴、电热套上加热脱水,不得已采用电炉、燃气炉加热脱水时必须加放石棉垫。加热时间不超过 30min,并用玻璃棒轻轻搅拌,防止

局部过热。在沥青温度不超过 100℃ 的条件下，仔细脱水至无泡沫为止，最后的加热温度不宜超过软化点以上 100℃（石油沥青）或 50℃（煤沥青）。

3.1.3 将盛样器中的沥青通过 0.6mm 的滤筛过滤，不等冷却立即一次灌入各项试验的模具中。当温度下降太多时，宜适当加热再灌模。根据需要也可将试样分装入擦拭干净并干燥的一个或数个沥青盛样器皿中，数量应满足一批试验项目所需的沥青样品。

3.1.4 在沥青灌模过程中如温度下降可放入烘箱中适当加热，试样冷却后反复加热的次数不得超过两次，以防沥青老化影响试验结果。为避免混进气泡，在沥青灌模时不得反复搅动沥青。

3.1.5 灌模剩余的沥青应立即清洗干净，不得重复使用。

T0604 沥青针入度试验：

3.1 准备工作

3.1.1 按本规程 T0602 的方法准备试样。

3.1.2 按试验要求将恒温水槽调节到要求的试验温度 25℃ 或 15℃ 30℃ (5℃)，保持稳定。

3.1.3 将试样注入盛样皿中试样高度应超过预计针入度值 10mm，并盖上盛样皿，防落人灰尘。盛有试样的盛样皿在 15~30℃ 室温中冷却不少于 1.5h (小盛样皿) 2h (大盛样皿) 或 3h (特殊盛样皿) 后，应移入保持规定试验温度 ± 0.1℃ 的恒温水槽中，并应保温不少于 1.5h (小盛样皿) 2h (大试样皿) 或 25h (特殊盛样皿)。

3.1.4 调整针入度仪使之水平。检查针连杆和导轨，以确认无水和其他外来物，无明显摩擦。用三氯乙烯或其他溶剂清洗标准针，并擦干。将标准针插入针连杆，用螺钉固量。按试验条件，加上附加砝码。

3.2 试验步骤

3.2.1 取出达到恒温的盛样皿，并移入水温控制在试验温度 ± 0.1℃ (可用恒温水槽中的水) 的平底玻璃皿中的三脚支架上，试样表面以上的水层深度不小于 10mm。

3.2.2 将盛有试样的平底玻璃皿置于针入度仪的平台上。慢慢放下针连杆，用适当位置的反光镜或灯光反射观察，使针尖恰好与试样表面接触。将位移计或刻度盘指针复位为零。

3.2.3 开始试验，按下释放键这时计时与标准针落下贯入试样同时开始。至 5s 时自动停止。

3.2.4 读取位移计或刻度盘指针的读数，准确至 0.1mm。

3.2.5 同一试样平行试验至少 3 次各测试点之间及与盛样皿边缘的距离不应小于 10mm。每次试验后应将盛有盛样皿的平底玻璃皿放入恒温水槽使平底玻璃皿中水温保持试验温度。每次试验应换一根干净标准针或将标准针取下用蘸有三氯乙烯溶剂的棉花或布揩净，再用干棉花或布擦干。

3.2.6 测定针入度大于 200 的沥青试样时，至少用 3 支标准针，每次试验后将针留在试样中，直至 3 次平行试验完成后，才能将标准针取出。

3.2.7 测定针入度指数 P 时按同样的方法在 15℃ 25℃ 30℃ (或 5℃) 3 个或 3 个以上 (必要时增加 10℃ 20℃ 等) 温度条件下分别测定沥青的针入度，但用于仲裁试验的温度条件应为 5 个。

4 计算

根据测试结果可按以下方法计算针入度指数、当量软化点及当量脆点。

4.1 公式计算法

4.1.1 将 3 个或 3 个以上不同温度条件下测试的针入度值取对数，令 $y = \lg P$ ， $x = T$ ，按式 (T0604-1) 的针入度对数与温度的直线关系，进行 $y = a + bx$ 一元一次方程的直线回归，求取针入度温度指数 $A_{\lg Pen}$ 。

$$\lg P = K + A_{\lg Pen} \times T \quad (\text{T0604-1})$$

式中： $\lg P$ —不同温度条件下测得的针入度值的对数；

T —试验温度 (°C)；

K —回归方程的常数项 a ；

$A_{\lg Pen}$ —回归方程的系数 b 。

按式 (T0604-1) 回归时必须进行相关性检验，直线回归相关系数 R 不得小于 0.997 (置信度 95%)，否则，试验无效。

4.1.2 按式 (T0604-2) 确定沥青的针入度指数，并记为 PI。

$$PI = \frac{20 - 500A_{\lg Pen}}{1 + 50A_{\lg Pen}} \quad (\text{T0604-2})$$

4.1.3 按式 (T0604-3) 确定沥青的当量软化点 T_{800} 。

$$T_{800} = \frac{\lg 800 - K}{A_{\lg Pen}} = \frac{2.9031 - K}{A_{\lg Pen}} \quad (T0604-3)$$

4.1.4 按式 (T0604-4) 确定沥青的当量脆点 $T_{1.2}$ 。

$$T_{1.2} = \frac{\lg 1.2 - K}{A_{\lg Pen}} = \frac{0.0792 - K}{A_{\lg Pen}} \quad (T0604-4)$$

4.1.5 按式 (T0604-5) 确定沥青的塑性温度范围 ΔT 。

$$\Delta T = T_{800} - T_{1.2} = \frac{2.8239}{A_{\lg Pen}} \quad (T0604-5)$$

4.2 诺模图法

将 3 个或 3 个以上不同温度条件下测试的针入度值绘于图 T0604-2 的针入度温度关系诺模图中, 按最小二乘法法则绘制回归直线, 将直线向两端延长, 分别与针入度为 800 及 1.2 的水平线相交交点的温度即为当量软化点 T_{800} 和当量脆点 $T_{1.2}$ 。以图中 O 点为原点, 绘制回归直线的平行线与 PI 线相交, 读取交点处的 PI 值即为该沥青的针入度指数。出不能检验针入度对数与温度直线回归的相关系数, 仅供快速草算时使用。

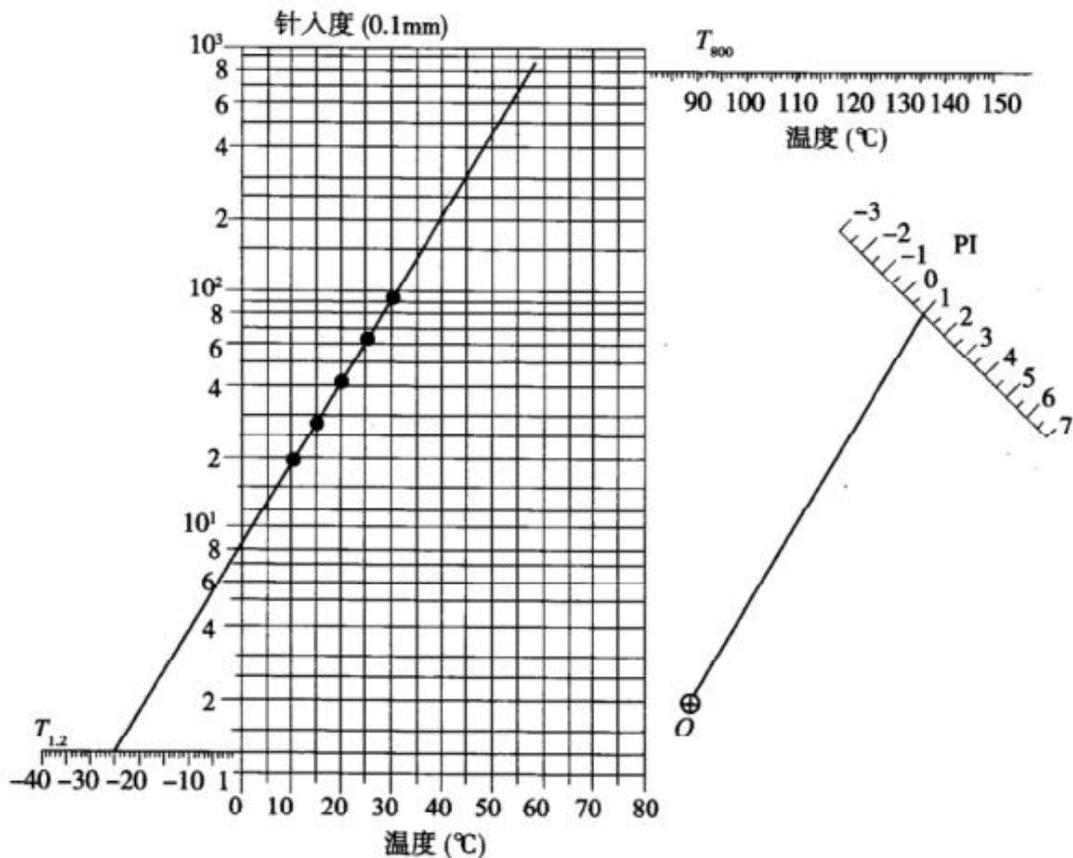


图 T0604-2 确定道路沥青 PI、 T_{800} 、 $T_{1.2}$ 的针入度、温度关系诺模图

2、自主试验：请各小组参考正规检测视频，在老师的引导、帮助下，自行组织、分工协作

完成实验。同时，做好数据记录，拍摄本组实验视频，以备老师复查。

(1) 数据记录及处理

品种	试验次数	穿入前指针读数 (0.1mm)	穿入后指针读数 (0.1mm)	针入度 (0.1mm)	平均针入度 (0.1mm)
重交通道路石油 沥青	1				
	2				
	3				

(2) 误差判断

摘录：《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20-2011) T0604:

5.2 同一试样 3 次平行试验结果的最大值和最小值之差在下列允许误差范围内时，计算 3 次试验结果的平均值，取整数作为针入度试验结果，以 0.1mm 计。

针入度 (0.1mm)	允许误差 (0.1mm)
0~49	2
50~149	4
150~249	12
250~500	20

当试验值不符此要求时，应重新进行。

6 精密度及允许差

6.1 当试验结果小于 50(0.1mm)时，重复性试验的允许差为 2(0.1mm)，复现性试验的允许差为 4(0.1mm)。

6.2 当试验结果等于或大于 50(0.1mm)时，重复性试验的允许差为平均值的 4%，复现性试验的允许差为平均值的 8%。

(3) 质量评定

查阅《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)，沥青针入度的技术要求：

单项评定：该批沥青针入度是否合格？ 合格_____ 不合格_____。

相关摘录：

《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)：

道路石油沥青技术要求详见表 7-5 所示。

提醒：实验结束后，必须及时清理！确保仪器及工作面洁净、整齐！

3、反思探讨：检测结束后，教师进行点评、归纳、分析，同时引入相关理论知识。对于测定值偏离较大的小组，则引导学生深入探讨，反思误差来源与结果偏差之间的关联，明了标准制订的意义，明白规范操作的重要性。

(1) 本组出现过哪些问题？导致什么后果？如何改进？

（2）沥青粘滞性和针入度有何关系？

知识小链接：

1. 粘滞性：沥青粘滞性又称粘性，它是反映沥青材料在外力作用下，其材料内部阻碍其相对流动的一种能力，是沥青材料软硬、稀稠程度的反映，黏性大小与组分含量及温度有关。地沥青质含量多，同时有适量树脂，而油分含量较少时，黏性大。在一定温度范围内，温度升高，黏度降低，反之，黏度提高。

2. 针入度：表示沥青软硬程度和稠度、抵抗剪切破坏的能力，反映在一定条件下沥青的相对黏度的指标。

3. 针入度指数：一种沥青结合料的温度感应性指标，反映针入度随温度而变化的程度，由不同温度的针入度按规定方法计算得到。

4. 对于半固态或固态的黏稠石油沥青的黏度是用针入度仪测定其针入度值来表示，以0.1mm为单位表示，每0.1mm为1度。针入度值越小，表明沥青黏度越大；相反，针入度值越大，表示沥青越软（稠度越小）。对于液态沥青，或在一定温度下具有流动性的沥青，用标准黏度计测定黏度。

指标	单位	等级	沥青标号																试验方法 ^[1]	
			160号 ^[1]	130号 ^[1]	110号			90号					70号 ^[1]				50号 ^[1]	30号 ^[1]		
针入度 (25℃, 5s, 100g)	0.1mm		140-200	120-140	100-120			80-100					60-80				40-60	20-40	T0604	
适用的气候分区 ^[6]			注 ^[1]	注 ^[1]	2-1	2-2	3-2	1-1	1-2	1-3	2-2	2-3	1-3	1-4	2-2	2-3	2-4	1-4	注 ^[1]	附录A ^[6]
针入度指数PI ^[2]		A	-1.5 ~ +1.0																T 0604	
		B	-1.8 ~ +1.0																	
软化点(R&B)不小于	℃	A	38	40	43			45			44		46		45		49	55	T 0606	
		B	36	39	42			43			42		44		43		46	53		
		C	35	37	41			42					43				45	50		
60℃动力黏度 ^[2] 不小于	Pa·s	A	-	60	120			160			140			180		160		200	260	T 6020
10℃延度 ^[2] 不小于	cm	A	50	50	40			45	30	20	30	20	20	15	25	20	15	15	0	T 0605
		B	30	30	30			30	20	15	20	15	15	10	20	15	10	10	8	
10℃延度不小于	cm	A、B	100																80	
蜡含量(蒸馏法)不小于	%	C	80	80	60			50					40				30	20	T 0615	
		A	2.2																	
		B	3.0																	
闪点 不小于	℃		230				245					260							T 0611	
溶解度 不小于	%		99.5																T 0607	
密度(15℃)	g/m ³		实测记录																T 0603	
			TFOT(或RTFOT)后 ^[3]																T 0610 或 T 0609	
质量变化 不大于	%		±0.8																	
残留针入度比(25℃)不小于	%	A	48	54	55			57					61				63	65	T 0604	
		B	45	50	52			54					58				60	62		
		C	40	45	48			50					54				58	60		
残留延度(10℃)不小于	cm	A	12	12	10			8					6				4	-		
		B	10	10	8			6					4				2	-		
残留延度(15℃)不小于	cm	C	40	35	30			20					15				10	-		

注: 1. 试验方法按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052)规定的方法执行。用于仲裁试验求取PI时的5个温度的针入度关系的相关系数不得小于0.997
2. 经建设单位同意,表中PI值、60℃动力粘度、10℃延度可作为选择性指标,也可不作为施工质量检验指标。
3. 70号沥青可根据需要要求供应商提供针入度范围为60~70或70~80的沥青,50号沥青可要求提供针入度范围为40~50或50~60的沥青。
4. 30号沥青仅适用于沥青稳定基层130号和160号沥青除寒冷地区可直接在中低级公路上直接应用外,通常用作乳化沥青、稀释沥青、改性沥青的基质沥青。
5. 老化试验以TFOT为准,也可以RTFOT代替。
6. 气候分区见附录A。

表 7-5 道路石油沥青技术要求

（二）沥青延度的检测

1、前期准备：请同学们查阅《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-）中 T0605，以小组为单位，搜索并优选相关检测视频，提前做好检测步骤与视频截屏一一对应的“图文作业”（附视频链接及截屏如下），以确保本组自主实验顺利进行。

摘录：《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20-2011）T0605 沥青延度试验：

3.1 准备工作

3.1.1 将隔离剂拌和均匀涂于清洁干燥的试模底板和两个侧模的内侧表面，并将试模在试模底板上装妥。

3.1.2 按本规程 T0602 规定的方法准备试样，然后将试样仔细自试模的一端至另一端往返数次缓缓注入模中，最后略高出试模。灌模时不得使气泡混入。

3.1.3 试件在室温中冷却不少于 1.5h，然后用热刮刀刮除高出试模的沥青，使沥青面与试模面齐平。沥青的刮法应自试模的中间刮向两端，且表面应刮得平滑。将试模连同底板再放入规定试验温度的水槽中保温 1.5h。

3.1.4 检查延度仪延伸速度是否符合规定要求，然后移动滑板使其指针正对标尺的零点。将延度仪注水并保温达到试验温度±0.1℃。

3.2 试验步骤

3.2.1 将保温后的试件连同底板移入延度仪的水槽中，然后将盛有试样的试模自玻璃板或不锈钢板上取下，将试模两端的孔分别套在滑板及槽端固定板的金属柱上，并取下侧模。水面距试件表面应不小于 25mm。

3.2.2 开动延度仪，并注意观察试样的延伸情况。此时应注意，在试验过程中水温应始终保持在试验温度规定范围内，且仪器不得有振动，水面不得有晃动，当水槽采用循环水时，应暂时中断循环停止水流。在试验中，当发现沥青细丝浮于水面或沉入槽底时，应在水中加入酒精或食盐，调整水的密度至与试样相近后，重新试验。

3.2.3 试件拉断时读取指针所指标尺上的读数，以 cm 计。在正常情况下，试件延伸时应成锥尖状，拉断时实际断面接近于零。如不能得到这种结果，则应在报告中注明。

2、自主试验：请各小组参考正规检测视频，在老师的引导、帮助下，自行组织、分工协作完成实验。同时，做好数据记录，拍摄本组实验视频，以备老师复查。

（1）数据记录及处理

品 种	延度/ cm (试件 1)	延度/ cm (试件 2)	延度/ cm (试件 3)	平均延度 (cm)
_____ 沥青				

（2）误差判断

摘录：《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20-2011）T0605：

4 报告

同一样品，每次平行试验不少于 3 个，如 3 个测定结果均大于 100cm，试验结果记作“>100cm”；特殊需要也可分别记录实测值。3 个测定结果中，当有一个以上的测定值小开 100cm 时，若最大值或最小值与平均值之差满足重复性试验要求，则取 3 个测定结果平均值的整数作为延度试验结果，若平均值大于 100cm 记作“>100cm”；若最大值或要小值与平均值之差不符合重复性试验要求时，试验应重新进行。

5 允许误差

当试验结果小于 100cm 时，重复性试验的允许误差为平均值的 20%，再现性试验的允许误差为平均值的 30%。

（3）质量评定_____

查阅《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004），沥青延度度的技术要求：

单项评定：该批沥青延度是否合格？ 合格_____ 不合格_____。

相关摘录：

《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）：
道路石油沥青技术要求详见表 7-5 所示。

提醒：实验结束后，必须及时清理！确保仪器及工作面洁净、整齐！

3、反思探讨：检测结束后，教师进行点评、归纳、分析，同时引入相关理论知识。对于测定值偏离较大的小组，则引导学生深入探讨，反思误差来源与结果偏差之间的关联，明了标准制订的意义，明白规范操作的重要性。

（1）本组出现过哪些问题？导致什么后果？如何改进？

（2）沥青塑性和延度有何关系？

知识小链接：

1. 延度：规定形态的沥青试样，在规定温度下以一定速度受拉伸至断开时的长度，以 cm 表示。

2. 塑性：沥青的塑性是指沥青受到外力作用时，产生变形而不破坏，当外力撤消，能保持所获得的变形的能力。

3. 试验时将沥青做成“8”字型标准试件，根据要求通常采用温度为 25℃、15℃、10℃、5℃，以 50mm 每分钟（当低温采用 1cm 每分钟）速度拉伸至断裂时的长度（cm），即为延度。沥青之所以能被加工成柔性防水材料，很大程度上取决于塑性，延度越大，塑性越好。

（三）沥青软化点的检测

1、前期准备：请同学们查阅《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-）中 T0606 《沥青软化点试验（环球法）》，以小组为单位，搜索并优选相关检测视频，提前做好检测步骤与视频截屏一一对应的“图文作业”（附视频链接及截屏如下），以确保本组自主实验顺利进行。

摘录：《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20-2011）T0606 沥青软化点试验：

3.1 准备工作

3.1.1 将试样环置于涂有甘油滑石粉隔离剂的试样底板上。按本规程 T0602 的规定方法将准备好的沥青试样徐徐注入试样环内至略高出环面为止。

如估计试样软化点高于 120℃，则试样环和试样底板（不用玻璃板）均应预热至 80~100℃。

3.1.2 试样在室温冷却 30min 后，用热刮刀刮除环面上的试样，应使其与环面齐平。

3.2 试验步骤

3.2.1 试样软化点在 80℃ 以下者：

1) 将装有试样的试样环连同试样底板置于装有 5℃±0.5℃ 水的恒温水槽中至少 15min；同时将金属支架、钢球、钢球定位环等亦置于相同水槽中。

2) 烧杯内注入新煮沸并冷却至 5℃ 的蒸馏水或纯净水，水面略低于立杆上的深度标记。

3) 从恒温水槽中取出盛有试样的试样环放置在支架中层板的圆孔中, 套上定位环; 然后将整个环架放入烧杯中, 调整水面至深度标记, 并保持水温为 $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。环架上任何部分不得附有气泡。将 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的温度计由上层板中心孔垂直插入, 使端部测温头底部与试样环下面齐平。

4) 将盛有水和环架的烧杯移至放有石棉网的加热炉具上, 然后将钢球放在定位环中间的试样中央, 立即开动电磁振荡搅拌器使水微微振荡, 并开始加热, 使杯中水温在 3min 内调节至维持每分钟上升 $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。在加热过程中, 应记录每分钟上升的温度值, 如温度上升速度超出此范围, 则试验应重做。

5) 试样受热软化逐渐下坠, 至与下层底板表面接触时, 立即读取温度, 准确至 0.5°C 。

3.2.2 试样软化点在 80°C 以上者:

1) 将装有试样的试样环连同试样底板置于装有 $32^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 甘油的恒温槽中至少 15min; 同时将金属支架、钢球、钢球定位环等亦置于甘油中。

2) 在烧杯内注入预先加热至 32°C 的甘油, 其液面略低于立杆上的深度标记。

3) 从恒温槽中取出装有试样的试样环, 按上述 3.2.1 的方法进行测定, 准确至 1°C 。

2、自主试验: 请各小组参考正规检测视频, 在老师的引导、帮助下, 自行组织、分工协作完成实验。同时, 做好数据记录, 拍摄本组实验视频, 以备老师复查。

(1) 数据记录及处理

品种	试验次数	开始加热时液体温度 ($^{\circ}\text{C}$)	下垂至接触底板时液体温度 ($^{\circ}\text{C}$)	软化点 ($^{\circ}\text{C}$)	平均软化点 ($^{\circ}\text{C}$)
____ 沥青	1				
	2				

(2) 误差判断

相关摘录:

4 报告

同一试样平行试验两次, 当两次测定值的差值符合重复性试验允许误差要求时, 取其平均值作为软化点试验结果, 准确至 0.5°C 。

5 允许误差

5.1 当试样软化点小于 80°C 时, 重复性试验的允许误差为 1°C , 再现性试验的允许误差为 4°C 。

5.2 当试样软化点大于或等于 80°C 时, 重复性试验的允许误差为 2°C , 再现性试验的允许误差为 8°C 。

(3) 质量评定

查阅《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004), 沥青针入度的技术要求:

单项评定: 该批沥青软化点是否合格? 合格_____ 不合格_____。

相关摘录:

《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004):

道路石油沥青技术要求详见表 7-5 所示。

提醒: 实验结束后, 必须及时清理! 确保仪器及工作面洁净、整齐!

3、反思探讨: 检测结束后, 教师进行点评、归纳、分析, 同时引入相关理论知识。对于测定值偏离较大的小组, 则引导学生深入探讨, 反思误差来源与结果偏差之间的关联, 明了标准制订的意义, 明白规范操作的重要性。

(1) 本组出现过哪些问题？导致什么后果？如何改进？

(2) 沥青温度敏感性和软化点有何关系？

知识小链接：

1. 注意事项

加热介质	沥青材料类型	软化点范围 /℃	重复性 (最大绝对误差) /℃	再现性 (最大绝对误差) /℃
水	石油沥青、乳化沥青残留物、焦油沥青	30~80	1.2	2.0
水	聚合物改性沥青、乳化改性沥青残留物	30~80	1.2	3.5
甘油	建筑石油沥青、特种沥青等石油沥青	80~157	1.5	5.5
甘油	聚合物改性沥青、乳化改性沥青残留物等改性沥青产品	80~157	1.5	5.5

2. 软化点：沥青试样在规定尺寸的金属环内，上置规定尺寸和质量的钢球，放于水或甘油中，以规定的速度加热，至钢球下沉达到规定距离时的温度，以℃表示。

3. 温度敏感性：沥青的粘度随温度而变化的性质即沥青的温度敏感性。

(四) 沥青黏附性检测

1、前期准备：请同学们查阅《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-)中 T0616 沥青与粗骨料粘附性试验，以小组为单位，搜索并优选相关检测视频，提前做好检测步骤与视频截屏一一对应的“图文作业”（附视频链接及截屏如下），以确保本组自主实验顺利进行。

摘录：《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20-2011) T0616 沥青与粗骨料粘附性试验：

3 水煮法试验

3.1 备工作

3.1.1 将集料过 13.2mm/19mm 筛取粒径 13.2~19mm 形状接近立方体的规则集料 5 个用洁净水洗净置温度为 105℃±5℃的烘箱中烘干，然后放在干燥器中备用。

3.1.2 大烧杯中盛水，并置于加热炉的石棉网上煮沸。

3.2 试验步骤

3.2.1 将集料逐个用细线在中部系牢再置 105℃±5℃烘箱内 1h。按本规程 T0602 的方法准备沥青试样。

3.2.2 逐个用线提起加热的矿料颗粒浸入预先加热的沥青(石油沥青 130-150℃)中 45s 后轻轻拿出使集料颗粒完全为沥青膜所裹覆。

3.2.3 将裹覆沥青的集料颗粒悬挂于试验架上下面垫一张纸，使多余的沥青流掉，并在室温下冷却 15min。

3.2.4 待集料颗粒冷却后，逐个用线提起，浸入盛有煮沸水的大烧杯中央，调整加热炉，使烧杯中的水保持微沸状态，如图 T0616-1c) 和 b) 所示，但不允许有沸开的泡沫，如图 T0616-1a) 所示。

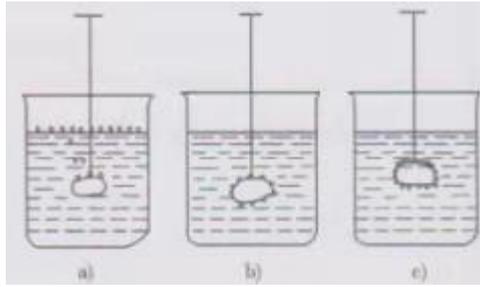


图 T0516-1 水煮法试验

3.2.5 浸者 3min 后, 将集料从水中取出, 观察颗粒上面沥青膜的剥落程度, 并按表 T0616-1 评定其黏附性等级。适当冷却: 然后放入一个盛有常温水的纸杯等容器中, 在水中观察矿料颗粒上沥青膜的剥落程度并按表评定其黏附性等级。

表 T0616-1 沥青与集料的黏附性等级

试验后集料表面上沥青膜剥落情况	黏附性等级
沥青膜完全保存剥离面积百分率接近于 0	5
沥青膜少部为水所移动, 厚度不均匀, 剥离面积百分率小于 10%	4
沥青膜局部明显地为水所移动基本保留在集料表面上, 剥离面积百分率小于 30%	3
沥青膜大部为水所移动, 局部保留在集料表面上剥离面积百分率大于 30%	2
沥青膜完全为水所移动, 集料基本裸露, 沥青全浮于水面上	1

3.2.6 试样应平行试验 5 个集料颗粒, 并由两名以上经验丰富的试验人员分别评定后, 取平均等级作为试验结果。

4 水浸法试验

4.1 准备工作

4.1.1 将集料过 9.5mm/13.2mm 筛, 取粒径 9.5-13.2mm 形状规则的集料 200g 用洁净水洗净, 并置温度为 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干, 然后放在干燥器中备用。

4.1.2 按本规程 0602 准备沥青试样加热至按 T0702 的要求决定的拌和温度。

4.1.3 将煮过的水注入恒温水槽中并维持温度 $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

4.2 试验步骤

4.2.1 按分法称取集料粒 (9.5-13.2mm) 100g 置搪瓷盘中连同搪瓷盘一起放入已升温至沥青拌和温度以上 5°C 的烘箱中持续加热 1h。

4.2.2 按每 100g 集料加入沥青 55g+0.2g 的比例称取沥青, 准确至 0.1g, 放入小型拌和容器中一起置入同一烘箱中加热 15min。

4.2.3 将搪瓷盘中的集料倒拌和容器的沥青中后从烘箱中取出拌和容器, 立即用金属铲均匀拌和 1~1.5min, 使集料完全被沥青薄膜裹覆; 然后, 立即将裹有沥青的集料取 20 个, 用小铲移至玻璃板上摊开, 并置室温下冷却 1h。

4.2.4 将放有集料的玻璃板浸入温度为 $80^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 的恒温水槽中, 保持 30min, 并将剥离及浮于水面的沥青用纸片捞出。

4.2.5 由水中小心取出玻璃板浸入水槽内的冷水中仔细观察裹覆集料的沥青薄膜的剥落情况。由两名以上经验丰富的试验人员分别目测, 评定剥离面积的百分率, 评定后取平均值。

注: 为使估计的剥离面积百分率较为正确宜先制取若干个不同剥离率的样本, 用比照法目测评定。不同剥离率的样本, 可用加不同比例抗剥离剂的改性沥青与酸性集料拌和后浸水得到, 也可由同种沥青与不同集料品种拌和后浸水得到逐个仔细计算得出样本的剥离面积百分率。

4.2.6 由剥离面积百分率按表 T0616-1 评定沥青与集料黏附性的等级。

5 报告

试验结果应报告采用的方法及集料粒径。

2、自主试验：请各小组参考正规检测视频，在老师的引导、帮助下，自行组织、分工协作完成实验。同时，做好数据记录，拍摄本组实验视频，以备老师复查。

(1) 数据记录及处理

试验编号	试验方法	集料粒径 (mm)	沥青剥落面积及程度描述	黏附性等级	黏附性评定
1					
2					
3					
4					
5					

(2) 误差判断

(3) 质量评定

查阅《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)，沥青针入度的技术要求：

单项评定：该批沥青软化点是否合格？ 合格_____ 不合格_____。

相关摘录：

《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)：

4.8.6 粗集料与沥青的黏附性应符合表 4.8.5 的要求，当使用不符合要求的粗集料时，宜掺加消石灰，水泥或用饱和石灰水处理后使用，必要时在沥青中掺加耐热、耐水、长期性能好的抗剥落剂，也可采用改性沥青的措施，使沥青混合料的水稳定性检验达到要求。掺加外加剂的剂量由沥青混合料的水稳定性检验确定。

表 7-6 粗集料与沥青的黏附性技术要求

雨量气候区	1 (潮湿区)	2 (湿润区)	3 (半干区)	4 (干旱区)	试验方法
年降雨量 (mm)	>1000	1000-5000	500-250	<250	附录 A
粗集料的磨光值 PSV, 不小于高速公路、一级公路表面层	42	40	38	36	T0321
粗集料与沥青的黏附性, 不小于高速公路、一级公路表面层	5	4	4	3	T0616
高速公路、一级公路的其他层次及其他等级公路的各个层次	4	4	3	3	T0663

提醒：实验结束后，必须及时清理！确保仪器及工作面洁净、整齐！

3、反思探讨：检测结束后，教师进行点评、归纳、分析，同时引入相关理论知识。对于测定值偏离较大的小组，则引导学生深入探讨，反思误差来源与结果偏差之间的关联，明了标准制订的意义，明白规范操作的重要性。

(1) 本组出现过哪些问题？导致什么后果？如何改进？

(2) 沥青与粗集料黏附性不好会有哪些问题？

知识小链接：

沥青与骨料的黏附性直接影响沥青路面的使用质量和耐久性，不仅与沥青性质有关，而且与骨料的性质有关，常用水煮法（沥青混合料最大粒径大于 13.2mm）和水浸法（沥青混合料最大粒径小于或等于 13.2mm），按沥青剥落面积的百分率来进行等级评定。

三、报告填写

1. 查阅标准《重交通道路石油沥青标准》（GB/T15180），填写该品种沥青的技术要求。
2. 把任务实施的检验结果填入表，未检测项目标示横线。
3. 对比检验结果和技术要求，评定该批沥青的质量。

重交沥青试验检测报告表

工程名称				报告编号	
委托单位				见证单位	
委托编号				见证人	
样品编号				见证编号	
使用部位				检测性质	
沥青标号				委托日期	
沥青产地		混合料类型		检验日期	
气候分区		道路等级		报告日期	
检验项目		单位	技术指标	检验结果	结果判定
针入度(25℃、100g、5s)		0.1			
针入度指数 PI		-			
延度(15℃, 5cm/min)		cm			
软化点 (T _{R&B})		℃			
溶解度(三氯乙烯)		%			
闪点		℃			
蜡含量(蒸馏法)		%			
密度(15℃)		g/cm ³			
动力黏度(60℃)		Pa·s			
旋转薄膜加热试验 163℃, 85min	质量变化	%			
	残留针入度比(25℃)	Cm			
	残留延度(10℃)	Cm			
检验依据					
结论					
备注					

摘录：《重交通道路石油沥青标准》（GB/T15180-2010）：

项目	质量指标					
	AH-110	AH-90	AH-130	AH-70	AH-50	AH-30
针入度（25℃，100g，5s）（1/10mm）	120~140	100~120	80~100	60~80	40~60	20~40
延度（15℃）/cm 不小于	100	100	100	100	80	报告
软化点/℃	38~51	40~53	42~55	44~57	45~58	50~65
溶解度/% 不小于	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
闪电（开口杯法）/℃ 不小于	230					260
密度（25℃）（kg/m ³ ）	报告					
蜡含量（质量分数）/% 不大于	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
薄膜烘箱试验（163℃，5h）						
质量变化/% 不大于	1.3	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5
针入度比/% 不小于	45	48	50	55	58	60
延度（15℃）/cm 不小于	100	50	40	30	报告	报告
报告必须报告实测值						

知识小链接：

石油沥青的主要技术性质：

1、物理性质

1)密度:沥青在规定温度下单位体积所具有的质量,以 t/m³ 或 kg/m³ 计。通常黏稠沥青的密度在 0.94-1.04 范围。

2)热膨胀系数:沥青 在温度上升 1℃时,长度或体积的增长量称为线膨胀系数或体膨胀系数,统称热膨胀系数,直接影响沥青混合料的温缩系数,与沥青路面的开裂直接相关。

3)介电常数:与沥青耐久性相关,影响沥青路面的抗滑性能。

4)含水量:沥青具有良好的防水性,几乎不含水,沥青吸收水分取决于所含能溶解于水的盐,含盐越多,水分作用时间越长,沥青中的含水量就越大。含水沥青在加热过程中会产生泡沫,泡沫体积随温度升高而增大,易发生溢锅现象,产生安全隐患。

2、沥青黏滞性(又称稠度)是指沥青材料在外力作用下材料内部阻碍产生相对流动和抵抗剪切变形的能力,也是沥青软硬、稀稠程度的表征,用黏度表示。沥青的黏滞性与沥青路面的力学性能密切相关,且随沥青化学组分和温度变化,。

3、塑性(又称延性)是指沥青在外力作用下产生塑性变形而不破坏,去掉外力后,仍有保持变形后形状的性质,用延度表示,延度越大,塑性越好。塑性能反应沥青开裂后自愈的能力以及受机械外力作用产生塑性变形而不破坏的能力,与化学组分和温度有关。

4、沥青温度敏感性是沥青在高温时变软,低温时变脆,黏滞性和塑性随温度升降而变化的性能。分高温温度稳定性和低温脆裂性,高温温度稳定性用软化点表示,低温脆裂性用脆点表示,沥青的软化点越高,脆点越低,温度敏感性越好。沥青温度敏感性大,则黏滞性和塑性随温度的变化幅度就大,工程中希望沥青材料具有较高的温度稳定性,一是选用温度敏感性小的沥青,二是通过加入滑石粉、石灰石粉等矿物填料较小温度敏感性。

5、大气稳定性是指石油沥青在使用过程中,长期受到环境热、阳光、大气与、雨水以及交通等因素作用下抵抗老化的性能,即耐久性。在以上综合因素作用下沥青各组分会不断递变,油分和树脂逐渐减少,沥青质逐渐增多,导致沥青流动性和塑性逐渐变小,硬度和脆性逐渐增加,直至脆裂,这个过程称为沥青的老化,采用质量蒸发损失百分率和蒸发后的蒸入度表示。

6、加热稳定性:沥青加热时间过长或过热,其化学组成会发生变化,从而导致沥青的技术性质产生不良变化的性质。通常采用测定沥青加热一定温度、一定时间后,沥青试样的重量损失,以及加热前后针入

度和软化点的改变来表示。

9. 施工安全性：施工时，黏稠沥青需要加热使用。在加热至一定温度时，沥青中的部分物质会挥发成为气态，这种气态物质与周围空气混合，遇火焰时会发生闪火现象（初次发生一瞬即灭的火焰），此时温度称为**闪点**；若温度继续升高，挥发的有机气体继续增加，在遇火焰时会发生燃烧（持续燃烧达 5s 以上），沥青产生燃烧时的温度，称为**燃点**。

闪点和燃点的高低表明了沥青引起火灾或爆炸的可能性大小，是保证沥青加热质量和施工安全的一项重要指标，关系到使用、运输、储存等方面的安全。沥青加热温度不能超过闪点，更不能达到燃点。如：建筑石油沥青的闪点约 230℃，在加工熬制时温度一般控制在 185℃-200℃。

子任务二：沥青的品种、特性与应用

一、其他石油沥青的特性与应用

（一）建筑石油沥青

建筑石油沥青稠度较大，软化点较高，耐热性较好，但是塑性较差，主要用于生产柔性防水卷材、防水涂料和沥青嵌缝材料，绝大部分用于建筑屋面防水、建筑地下防水、沟槽防水和管道防腐等工程部位。与道路石油沥青在性能上也有所区别。

请同学们用手机查阅最新 PDF 版《建筑石油沥青》（GB/T 494-），录屏上传到学习平台。然后，借助国标目录，查找下列问题：

建筑石油沥青适用范围是什么？分为哪些类别？

摘录：《建筑石油沥青》（GB/T 494—2010）：

1 范围

本标准规定了以天然原油的减压渣油经氧化或其他工艺而制得的石油沥青的技术条件及试验方法以及包装、标志、贮存、运输及交货验收、采样等要求。

本标准适用于建筑屋面和地下防水的胶结料、制造涂料、油毡和防腐材料等产品。

3 产品分类

建筑石油沥青按针入度不同分为 10 号 30 号和 40 号三个牌号。

4 技术要求及试验方法

本标准的技术要求及试验方法见表 7.2-1。

表 7.2-1 建筑石油沥青的技术要求

项目	质量指标			试验方法
	10 号	30 号	40 号	
针入度（25℃，100g，5s）（1/10mm）	10~25	26~35	36~50	GB T/4509
针入度（45℃，100g，5s）（1/10mm）	报告 ^a	报告 ^a	报告 ^a	
针入度（0℃，200g，5s）（1/10mm）不小于	3	6	6	
延度（25℃，5cm/min）（cm） 不小于	1.5	2.5	3.5	GB T/4508
软化点（环球法）/℃ 不低于	95	75	60	GB T/4507
溶解度（三氯乙烯）/% 不小于	99.0			GB T/11148
蒸发后质量变化（163℃，5h）（%）不大于	1			GB T/11964
蒸发后 25℃针入度比 ^b （%） 不小于	65			GB T/4509
闪电（开口杯法）/℃ 不小于	260			GB T/267

a 报告应为实测值。
b 测定蒸发损失后样品的 25℃ 针入度与原 25℃ 针入度之比乘以 100 后，所得的百分比称为蒸发后针入度比

知识小链接：

1. 常用的柔性防水卷材有：纸胎油毡、石油沥青玻璃布油毡、石油沥青玻璃纤维胎油毡、铝箔面油毡、SBS 改性沥青防水卷材、APP 改性沥青防水卷材以及各种合成高分子防水卷材。

2. 常用的防水涂料有：沥青冷底子油、沥青胶 水乳型沥青防水涂料、改性沥青防水涂料以及有机合成高分子防水涂料。

3. 常用的建筑密封材料有：沥青嵌缝油膏聚氨酯密封膏、聚氯乙烯接缝膏、丙烯酸酯密封膏以及硅酮密封膏。

4. 在应用沥青过程中，为了避免夏季流淌，一般屋面防水选用的的沥青材料软化点应该比该地区屋面最高温度高 20℃以上，软化点过低，沥青容易产生夏季流淌；软化点过高，则沥青在冬季低温时易产生硬脆、

开裂等。

（二）防水防潮石油沥青

防水防潮石油沥青按针入度指数划分牌号，还增加了低温变形性能的脆点指标。随着牌号增大，防水防潮沥青针入度指数增大，温度敏感性减小，脆点降低，应用温度范围扩大。其主要用作油毡的涂覆材料以及建筑屋面和地下防水的粘结材料。与道路石油沥青、建筑石油沥青在性能要求上也有所区别。

请同学们用手机查阅最新 PDF 版《防水防潮石油沥青》（SH/T 0002-），录屏上传到学习平台。然后，借助国标目录，查找下列问题：

1. 防水防潮石油沥青适用范围是什么？分为哪些类别，应用场景如何？

摘录：《防水防潮石油沥青》（SH/T 0002-90）：

1 主题内容与适用范围

本标准规定了由不同原油的减压渣油经加工制得的防水防潮石油沥青技术要求。

本标准所属产品适用做油毡的涂覆材料及建筑屋面和地下防水的粘结材料。

3 名词术语

针入度指数：表明沥青的温度特性，通称感温性，代号 PI，此值越大，感温性越小，沥青应用温度范围越宽。

4 产品分类

本标准按产品的针入度指数分为 4 个牌号：

3 号，感温性一般，质地较软，用于一般温度下，室内及地下结构部分的防水。

4 号感温性较小，用于一般地区可行走的缓坡屋顶防水。

5 号感温性小，用于一般地区暴露屋顶或气温较高地区的屋顶。

6 号，感温性最小，并且质地较软，除一般地区外，主要用于寒冷地区的屋顶及其他防水防潮工程。

5 技术要求项目

表 7.2-2 防水防潮石油沥青的技术要求

项目	质量指标				试验方法
	3 号	4 号	5 号	6 号	
软化点，℃	不低于 85	90	100	95	GB T/4507
针入度 1/10mm	25~45	20~40	20~40	30~50	GB T/4509
针入度指数	不小于 3	4	5	6	附录 A
蒸发损失量（163℃，5h）（%）	不大于	1			GB T/11964
闪点（开口），℃	不低于 250	270			GB T/267
溶解度，%	不小于 98	98	95	92	GB T/11148
脆点，℃	不高于 -5	-10	-15	-20	GB T/4510
垂度，mm	不大于 -	-	8	10	SH T/0424
加热安定性，℃	不高于	5			附录 B

2. 防水防潮石油沥青加热安定性是怎样检验的？

摘录：《防水防潮石油沥青》（SH/T 0002-90）：

B1 方要

沥青试样在 300℃±5℃电热器上加热 5h 通过测定试样在加热前后脆点的变化，来确定沥青试样的加热安定性。

B2 仪器

B2.1 容器:内径约 180mm，高约 200mm 搪瓷烧杯。

B2.2 加热器:自动恒温烘箱和带变压器的 1kW 电热器。

B3 试验步骤

B3.1 在容器中称取 2kg 试样。将盛有试样的容器放入恒温 100~110℃烘箱中预热，至有部分试样熔化流动，随后将其移置在电热器上边搅拌，边加热至 300℃±5℃。从容器中心取出测定脆点用试样。

B3.2 停止搅拌，在 300℃±5℃条件下，保持 5h 后，再从容器中心取出测定脆点用试样。将两次所取的试样按 GB/T4510 测定脆点，并算出两者的脆点之差。

B4 报

报告加热前后试样的脆点差值。

二、煤沥青的特性与应用

煤沥青是炼焦厂和煤气厂生产的副产物。烟煤在干馏过程中的挥发物质、经冷凝而成的黑色粘稠液体称为煤焦油，煤焦油再经分馏加工提取出轻油、中油、中油、葱油后所得残渣即为煤沥青。根据分馏程度不同，煤沥青可分为低温沥青、中沥青、高温沥青三种。土木工程中所采用的煤沥青多为黏稠或半固体的低温沥青。

请同学们用手机查阅最新 PDF 版《煤沥青》（GB/T 2290-），录屏上传到学习平台。然后，借助国标目录，查找下列问题：

- 1、煤沥青适用范围是什么？技术要求与石油沥青有哪些区别？

摘录：《煤沥青》（GB/T 2290—2012）：

1 范围

本标准规定了煤沥青的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和质量证明书。本标准适用于高温煤焦油经加工所得的低温、中温及高温煤沥青。

3 技术要求

煤沥青的技术要求应符合表 7.2-3 的规定。

表 7.2-3 煤沥青的技术要求

指标名称	低温沥青		中温沥青		高温沥青	
	1 号	2 号	1 号	2 号	1 号	2 号
软化点/℃	35~45	46~75	80~90	75~95	95~100	95~120
甲苯不溶物含量/%	—	—	15~25	≤ 25	≥ 24	—
灰分/%	—	—	≤ 0.3	≤ 0.5	≤ 0.3	—
水分/%	—	—	≤ 5.0	≤ 5.0	≤ 4.0	≤ 5.0
喹啉不溶物/%	—	—	≤ 10	—	—	—
结焦值/%	—	—	≥ 45	—	≥ 52	—

注 1：水分制作生产操作中控制指标，不做质量考核依据。
注 2：沥青喹啉不溶物含量每月至少测定一次。

知识小链接：

煤沥青与石油沥青在技术性质、外观和气味上存在较大差异，具体见表 7.2-4 所示。

表 7.2-4 煤沥青与石油沥青的主要区别

项目		石油沥青	煤沥青
技术性质	密度 (g/cm ³)	近似于 1.0	1.25-1.28
	塑性	较好	低温脆性较大
	温度稳定性	较好	较差
	大气稳定性	较好	较差
	抗腐蚀性	差	强
	与骨料表面黏附性	一般	较强
气味	气味	加热后有松香味	加热后有臭味
毒性	毒性	无毒	有刺激性、毒性
外观	烟色	接近白色	呈黄色
	外观	呈黑褐色	呈灰黑色，剖面看似有一层灰
	溶解性	能完全溶解于汽油或煤油，溶液呈黑色	不能完全溶解，且溶液呈黄绿色

2、复验煤沥青软化点、甲苯不溶物含量、灰分、水分等指标时，分别依据哪些标准进行检测？

摘录：《煤沥青》（GB/T 2290—2012）：

4 试验方法

- 4.1 软化点的测定按 GB/T2294-1997 规定进行发生争议时按方法 A 环球法规定进行仲裁。
- 4.2 甲苯不溶物含量的测定按 GB/T2292 规定进行。
- 4.3 灰分的测定按 GB/T2295 规定进行。
- 4.4 水分的测定按 GB/T2288 规定进行。
- 4.5 喹啉不溶物含量的测定按 GB/T2293 规定进行。
- 4.6 结焦值的测定按 GB/T8727 规定进行。

5 检验规则

- 5.1 煤沥青的质量检验和验收由质量技术监督部门进行，用户有权按本标准规定验收产品。
- 5.2 试样的采取和制备按 GB/T2000 和 GB/T2291 规定进行。
- 5.3 数值修约的规则按 GB/T8170 的规定进行。

3、煤沥青包装袋上标注了什么？应该如何存放？

摘录：《煤沥青》（GB/T 2290—2012）：

6 标志、包装、运输贮存和质量证明书

- 6.1 煤沥青需装入洁净的槽车编织袋或其他包装中发给需方，槽车及包装上还应标明：产品名称、产品标准编号、商标、净重、供方名称和地址。
- 6.2 煤沥青需存放在室外或带有通风口的库房内，液态沥青及低温沥青需存放在贮槽内。
- 6.3 每批出厂的产品都应附有质量证明书，证明书的内容包括：供方名称、产品名称、批号、毛重、净重、商标、发货日期和本标准规定的各项检验结果、质量等级、本标准编号等。

4、道路用煤沥青的质量应该符合什么要求？

摘录：《公路沥青路面施工技术规范》（JTJ F40-2004）：

4.5.1 道路用煤沥青的标号根据气候条件、施工温度、使用目的选用，其质量应符合表 4.5.1 的规定。

表 4.5.1 道路用煤沥青技术要求

试验项目		T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9
黏度	C _{30.5}	5~25	26~70							
	C _{30.10}			5~25	26~50	51~120	121~200			
	C _{50.10}							10~75	76~200	
	C _{60.10}									35~65
蒸馏试验，馏出量（%）	170℃前，不大于	3	3	3	2	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0
	270℃前，不大于	20	20	20	15	15	15	10	10	10
	370℃前，不大于	15~35	15~35	30	15~35	25	25	20	20	15
300℃蒸馏残留物软化点（环球法）（℃）		30~45	30~45	35~65	35~65	35~65	35~65	40~70	40~70	40~70
水分，不大于		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
甲苯不溶物，不小于（%）		20	20	20	20	20	20	20	20	20
萘含量，不大于（%）		5	5	5	4	4	3.5	3	2	2
焦油酸含量，不大于（%）		4	4	3	3	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5

知识小链接：

道路用煤沥青适用于下列情况：

- (1) 各种等级公路的各种基层上的透层，宜采用 T-1 或 T-2 级，其他等级不合喷洒要求时可适当稀释使用；
- (2) 三级及三级以下的公路铺筑表面处治或贯入式沥青路面，宜采用 T-5、T-6 或 T-7 级；
- (3) 与道路石油沥青、乳化沥青混合使用，以改善渗透性。

三、乳化沥青的特性与应用

乳化沥青是将合理配比的石油沥青和皂液（水、乳化剂、稳定剂等）经过增压、剪切、研磨等机械作用，使沥青形成均匀、细小的颗粒，稳定均匀地分散在皂液中，形成水包油的沥青乳状液体。可常温储存，不需要加热，可拌和成沥青胶、沥青砂浆等，是一种可用于道路建筑的材料。

请同学们用手机查阅最新 PDF 版《公路沥青路面施工技术规范》（JTJ F40-）、《乳化沥青路面施工与验收规程》（CJJ 42-），录屏上传到学习平台。然后，借助国标、行标目录，查找下列问题：

- 1、乳化沥青适用范围是什么？分为哪些类别？

摘录：《公路沥青路面施工技术规范》（JTJ F40-2004）：

4.3.1 乳化沥青适用于沥青表面处治路面、沥青贯入式路面、冷拌沥青混合料路面，修补裂缝，喷洒透层、黏层与封层等。

表 4.3.1 乳化沥青品种及适用范围

分类	品种及代号	适用范围
阳离子乳化沥青	PC-1	表处、贯入式路面及下封层用
	PC-2	透层油及基层养生用
	PC-3	粘层油用
	BC-1	稀浆封层或冷拌沥青混合料用
阴离子乳化沥青	PA-1	表处、贯入式路面及下封层用
	PA-2	透层油及基层养生用
	PA-3	粘层油用
	BA-1	稀浆封层或冷拌沥青混合料用
非离子乳化沥青	PN-2	透层油用
	BN-1	与水泥稳定集料同时使用（基层路拌或再生）

知识小链接：

- 1、乳化沥青：沥青和乳化剂水溶液（有时加稳定剂）在一定温度下，经机械力的作用使沥青微粒均匀而稳定地分散于水中的乳状液。
- 2、乳化沥青乳化剂：一种表面活性剂，其化学结构由亲水基和亲油基组成。它能使沥青微粒在水中形成均匀而稳定的分散系。乳化沥青有阳离子型、阴离子型、非离子型。
- 3、乳化沥青稳定剂：使乳化沥青中沥青微粒的聚结时间减慢、延长乳化沥青破乳时间的化学物质。
- 4、破乳：乳化沥青中的沥青微粒由分散到聚结的不可逆变化。
- 5、乳化沥青优缺点见表 7.2-5 所示。

表 7.2-5 乳化沥青优缺点

乳化沥青	优点	稠度小，流动性好
		无毒、无嗅，无污染
		可与湿骨料拌和，粘聚力不降低
	缺点	存储稳定性差，修筑道路成型期长

2、乳化沥青存储与运输有哪些规定？

摘录：《乳化沥青路面施工与验收规程》（CJJ 42-91）：

- 第 2.4.1 条 不同离子型的乳化沥青容器严禁混用。
- 第 2.4.2 条 乳化沥青的贮存设备，应具备有搅拌装置，以保证上下层浓度均匀。
- 第 2.4.3 条 乳化沥青贮运温度宜在 20℃ 以上。
- 第 2.4.4 条 乳化沥青应采用油罐装运。

知识小链接：

乳化沥青存储稳定性较差，宜存放在立式罐中，并保持适当搅拌。贮存期以不离析、不冻结、不破乳为度。乳化沥青储存一般不宜超过 6 个月。

3、道路用乳化沥青应满足哪些技术指标要求？

摘录：《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）：

试验项目	单位	品种及代号										试验方法	
		阳离子				阴离子				非离子			
		喷洒用			拌和用	喷洒用			拌和用	喷洒用	拌和用		
		PC-1	PC-2	PC-3	BC-1	PA-1	PA-2	PA-3	BA-1	PN-2	BN-1		
破乳速度		快裂	慢裂	快裂或中裂	慢裂或中裂	快裂	慢裂	快裂或中裂	慢裂或中裂	慢裂	慢裂	T 0658	
粒子电荷		阳离子 (+)				阴离子 (-)				非离子		T 0653	
筛上 (1.18mm 筛), 不大于	%	0.1				0.1				0.1		T 0652	
黏度	恩格拉粘度计 E ₂₅		2~10	1~6	1~6	2~30	2~10	1~6	1~6	2~30	1~6	2~30	T 0622
	道路标准粘度计 C _{25,3}	s	10~25	8~20	8~20	10~60	10~25	8~20	8~20	10~60	8~20	10~60	T 0621
蒸发残留物	残留分含量, 不小于	%	50	50	50	55	50	50	50	55	50	55	T 0651
	溶解度, 不小于	%	97.5				97.5				97.5		T 0607
残留物	针入度 (25℃)	0.1mm	50~200	50~300	45~150		50~200	50~300	45~150		50~300	60~300	T 0604
	延度 (15℃), 不小于	cm	40				40				40		T 0605
与粗集料的黏附性, 裹覆面积, 不小于		2/3			-	2/3			-	2/3	-	T 0654	
与粗、细粒式集料拌和试验		-			均匀	-			均匀	-	均匀	T 0659	
水泥拌和试验的筛上剩余, 不大于	%	-				-				-	3	T 0657	
常温存储稳定性: 1d, 不大于 5d, 不大于	%	1 5				1 5				1 5		T 0655	
<p>注: 1. P 为喷洒型, B 为拌和型, C、A、N 分别表示阳离子、阴离子、非离子乳化沥青。 2. 黏度课选用恩格拉黏度计或沥青标准粘度计之一测定。 3. 表中的破乳速度与集料的黏附性、拌和试验的要求, 所使用的石料品种有关, 质量检验时应采用工程上实际的石料进行试验, 仅进行乳化沥青产品质量评定时可不要求此三项。 4. 贮存稳定性根据施工实际情况选用试验时间, 通常采用 5d, 乳液生产后能在当天使用也可用 1d 稳定性。 5. 当乳化沥青需要在低温冰冻条件下贮存或使用时, 尚需按 T0656 进行-5℃低温贮存稳定性试验, 要求没有粗颗粒。 6. 如果乳化沥青是将高浓度产品运到现场经稀释后使用时, 表中的蒸发残留物等各项指标指稀释前乳化沥青的要求。</p>													

四、改性沥青的特性与应用

改性沥青是掺加橡胶、树脂、高分子聚合物、天然沥青、磨细的橡胶粉，或者其他材料等外掺剂（改性剂）制成的沥青结合料，从而使沥青或沥青混合料的性能得以改善，即良好的低温柔韧性，足够的高温稳定性，一定的抗老化能力，较强的粘附力，和抗疲劳性能，从而满足土木工程对沥青的性能要求。

请同学们用手机查阅最新 PDF 版《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-），录屏上传到学习平台。然后，借助行标目录，查找下列问题：

1、改性沥青有哪些类别？

知识小链接：

改性沥青可采用不同生产工艺改性和掺入某种材料进行改性，可单独或复合采用高分子聚合物、天然沥青及其他改性材料制作。分为橡胶改性沥青、树脂改性沥青、橡胶-树脂改性沥青、矿物改性沥青。

改性沥青类别	掺入料	改善性能	应用
橡胶改性沥青	氯丁橡胶改性	改善气密性、低温抗裂性、耐化学腐蚀性、耐老化、耐燃性	防水材料、防水涂料
	丁基橡胶沥青	改善耐分解性、低温抗裂性、耐热性	道路路面、密封材料及涂料
	热塑性丁苯橡胶	改善耐高、低温性能、弹性、耐疲劳性	防水卷材、防水涂料
	再生橡胶	改善弹性、塑性、黏结力、低温柔性、耐火性、耐热性、不透水性	卷材、密封材料、防水涂料
树脂改性沥青	树脂	改善耐寒性、黏结性和不透水性	防水卷材、防水涂料
橡胶-树脂改性沥青	橡胶、树脂	兼具两者优点	道路路面
矿物改性沥青	矿物粉料或纤维	改善黏性、耐热性、温度敏感性、韧性	沥青胶

2、改性沥青使用和存储有哪些要求？

知识小链接：

1. 现场制造的改性沥青宜随配随用，需作短时间保存，或运送到附近的工地时，使用前必须搅拌均匀，再不发生离析的状态下使用。

2. 工厂制作的成品改性沥青到达施工现场后存贮在改性沥青罐中，改性沥青罐中必须加设搅拌设备并进行搅拌，使用前改性沥青必须搅拌均匀。在施工过程中应定期取样检验产品质量，发现离析等质量不符合要求的改性沥青不得使用。

3、聚合物改性沥青技术要求与石油沥青有何区别？

摘录：《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）：

表 4.6.2 聚合物改性沥青技术要求

试验项目	单位	SBS 类 (I 类)				SBS 类 (II 类)			EVA、PE 类 (III 类)				试验方法
		I-A	I-B	I-C	I-D	II-A	II-B	II-C	III-A	III-B	III-C	III-D	
针入度 25℃, 100g, 5s	0.1mm	>100	80~100	60~80	40~60	>100	80~100	60~80	>80	60~80	40~60	30~40	T 0604
针入度指数 PI, 不小于		-1.2	-0.8	-0.4	0	-1.0	-0.8	-0.6	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	T 0604
延度 5℃, 5cm/min 不小于	cm	50	40	30	20	60	50	40	-				T 0605
软化点 T_{RAB} , 不小于	℃	45	50	55	60	45	48	50	48	52	56	60	T 0606
运动黏度 ^[1] 135℃, 不大于	Pa·s	3											T0625/19
闪点, 不小于	℃	230				230			230				T 0611
溶解度, 不小于	%	99				99			-				T 0607
弹性恢复 25℃, 不小于	%	55	60	65	75	-			-				T 0662
黏韧性, 不小于	N·m	-				5			-				T 0624
韧性, 不小于	N·m	-				2.5			-				T 0624
存储稳定性 ^[2] 离析, 48h 软化点差, 不大于	℃	2.5				-			无改性剂明显析出、凝聚				T 0661
TFOT (或 RTFOT) 后残留物													
质量变化, 不大于	%	±1.0											T0610/09
针入度比 25℃, 不小于	%	50	55	60	65	50	55	60	50	55	58	60	T 0604
延度 5℃, 不小于	cm	30	25	20	15	30	20	10	-				T 0605
注: 1. 表中 135℃ 运动黏度采用《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052-) 中的“沥青布氏旋转黏度试验方法(布洛克菲尔德粘度计法)”进行测定。若在不改变改性沥青物理力学性能并符合安全条件的温度下易于泵送和拌, 或经证明适当提高泵送和拌和温度时能保证改性沥青的质量, 容易施工, 可不要求测定。 2. 贮存稳定性指标适用于工厂生产的成品改性沥青。现场制作的改性沥青对贮存稳定性指标可不作要求, 但必须在制作后, 保持不间断的搅拌或泵送循环, 保证使用前没有明显的离析。													

五、改性乳化沥青的特性与应用

在制作改性乳化沥青的过程中同时加入聚合物胶乳，或将聚合物胶乳与乳化沥青成品混合，或对聚合物改性沥青进行乳化加工得到的乳化沥青产品，应用于土木工程领域。

请同学们用手机查阅最新 PDF 版《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-），录屏上传到学习平台。然后，借助行标目录，查找下列问题：

1、改性乳化沥青有哪些品种，适用范围如何？技术要求有哪些要求？

摘录：《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）：

4.7.1 改性乳化沥青宜按表 4.7.1-1 选用，质量应符合表 4.7.1-2 的技术要求。

表 4.7.1-1 改性乳化沥青的品种和适用范围

	品种	代号	适用范围
改性乳化沥青	喷洒型改性乳化沥青	PCR	粘层、封层、桥面防水粘结层用
	拌和用乳化沥青	BCR	改性稀浆封层和微表处

表 4.7.1-2 改性乳化沥青技术要求

试验项目	单位	品种及代号		试验方法	
		PCR	BCR		
破乳速度	-	快裂或中裂	慢裂	T 0658	
粒子电荷	-	阳离子 (+)	阳离子 (+)	T 0653	
筛上剩余量 (1.18mm)，不大于	%	0.1	0.1	T 0652	
黏度	恩格拉粘度计 E ₂₅	1~10	3~30	T 0622	
	道路标准粘度计 C _{25,3}	s	8~25	12~60	T 0621
蒸发残留物	含量，不小于	%	50	60	T 0651
	针入度 (100g, 25℃, 5s)	0.1mm	40~120	40~100	T 0604
	软化点，不小于	℃	50	53	T 0606
	延度 (5℃)，不小于	cm	20	20	T 0605
	溶解度 (三氯乙烯)，不小于	%	97.5	97.5	T 0607
与矿料的黏附性，裹覆面积，不小于	-	2/3	-	T 0654	
贮存稳定性	1d，不大于	%	1	1	T 0655
	5d，不大于	%	5	5	T 0655

注：1. 破乳速度与集料黏附性、拌和试验、所使用的石料品种有关。工程师施工质量检验时应采用实际的石料试验，仅进行产品质量评定时可不对这些指标提出要求。
 2. 当用于填补车辙时，BCR 蒸发残留物的软化点宜提高至不低于 55℃。
 3. 贮存稳定性根据施工实际情况选用试验天数，通常采用 5d，乳液生产后能在第二天使用完时也可用 1d。个别情况下改性乳化沥青 5d 贮存稳定性难以满足要求，如果经搅拌后能够达到均匀一致并不影响正常使用，此时要求改性乳化沥青运至工地后存放在附有搅拌装置的贮存罐内，并不断地进行搅拌，否则不准使用。
 4. 当改性乳化沥青或特种改性乳化沥青需要在低温冰冻条件下贮存或使用时，尚需按 T0656 进行 -5℃ 低温贮存稳定性试验，要求没有粗颗粒、不结块。

学生线上学习平台作业参考：（沥青）

一、标准、规范的查阅：（录屏）

见文件夹--线上“录屏”

二、网络检测视频的查找：



沥青针入度检测



沥青延度检测



沥青软化点检测



沥青与粗集料
黏附性检测

三、标准与视频“图文对应”的作业：



沥青针入度检测



沥青延度检测



沥青软化点检测



沥青与粗集料
黏附性检测

四、小组试验自拍视频：（剪辑）

见文件夹--线上“自拍视频”