一九九五·一九九六年

铁道部部级工法汇编

铁 道 部 建 设 司

1997年·北京

前　言

铁路建设系统推行工法制度以来，在全路施工企业各级领导的重视和支持下，在广大工程技术人员的努力下，共开发、编写等级工法500多项，有187项被审定为铁道部部级工法，其中有32项还被审定为国家级工法。为鼓励工法的开发和编写，推广、应用工法成果，建设司组织编印了《铁道部部级工法汇编》，已相继出版了4册。各册汇编汇集了当今铁路工程建设中一些具有代表性的先进技术，专业齐全，题材广泛，内容翔实，文字表达准确，图表清晰，装祯美观，很受读者的欢迎。由于铁道部部级工法的审定工作，从1995年起每2年进行一次，《铁道部部级工法汇编》从第五册起，也改为每2年出版一册。希望各单位继续积极订阅，支持和关怀工法工作，共同推进铁路工法工作的开展。这次编印出版的汇编第五册编入了1995—1996年铁道部部级工法38项，其中线路4项，爆破1项，桥梁15项，隧道4项，四电6项，房建8项。

《铁道部部级工法汇编》委托《铁道建筑技术》编辑部负责编校，由北京印刷学院印装，在编印出版过程中，得到了中国铁道工程建设协会的大力支持，在此一并致谢。

铁道部建设司

1997年7月

本 书 编 委 会

主　　编　朱国键

副 主 编　孟令石　马同骧

责任编辑　金贵宝　阮月波　周晓维

目　次

高速公路柔性路面机械化施工工法…… 1
盐碱沼泽地区土工布路基施工工法…… 9
水泥土挤密桩加固路堤基床施工工法 …… 17
抗滑锚固桩施工工法 …… 23
深孔松动控制爆破工法 …… 31
菱形挂篮悬臂灌筑箱型连续梁工法 …… 38
ZQJ-32/56 移动支架造桥机造桥工法 …… 49
自制 JQJ-2A 型架桥机架设 50m 公路桥梁工法 …… 62
深水多层岩溶地区冲击钻孔成桩工法 …… 69
DPK32 型铺轨机架梁工法 …… 81
填海造陆地区冲击钻孔灌注成桩工法 …… 90
悬索桥预应力混凝土薄壁加劲箱梁制造工法 …… 98
悬索桥主缆 PWS 架设工法 …… 104
后张法 50m 预应力混凝土铁路简支梁制造架设工法 …… 113
下承式钢管拱肋半浮运架设工法…… 119
悬拼预制节段预应力梁工法…… 125
3 万吨预应力箱梁多点顶推工法 …… 131
万能杆件拼装 1800kN 架桥机架梁工法 …… 139
下承式钢管拱肋公路跨铁路桥双向转体施工工法…… 149
铁路框架桥顶进专用台车保持线路稳定工法…… 156
深水取水塔施工工法…… 160
隧道施工软风管通风工法…… 169
抗震隧道钢纤维混凝土施工工法…… 177
深埋差动式调压井开挖工法…… 184
漏泄同轴电缆接续工法…… 191
电气化铁路接触网支柱装配架线调整一次到位施工工法…… 198
电气化铁路接触网整体吊弦制作安装工法…… 204
25Hz 轨道电路安装调试工法 …… 210
在既有架空明线路上加挂单光缆施工工法…… 216
拖轮快放敷设通信水线缆工法…… 222
万吨装配式环向绕丝蓄水池施工工法…… 228
超长冲孔灌注桩施工工法…… 235
大型洗萘塔制作安装工法…… 244

无球节点管式空间桁架施工工法…… 253
球节点钢管平面网架制作工法…… 258
预应力大型屋面拱板制作工法…… 265
自提式外挂脚手架搭设工法…… 271
压浆碎石桩成桩工法…… 276

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

高速公路柔性路面机械化施工工法

(TLEJGF-95·96-01)

铁道部第十五工程局

一、前言

改革开放以来，我国经济持续、快速、健康发展。为适应国民经济发展的需要，近年来我国高速公路发展较快。铁道部第十五工程局承建的连(云港)天(水)高速公路河南境内开封至洛阳段的第八和第十两个合同段，质量标准高，施工难度大。特别是路面工程，为满足汽车高速行驶需要，路面结构层比较厚，具有较高的强度和密实度，透水性小，其表面须达到平整密实、耐磨和抗滑要求，使用年限不少于15年。因此，路面施工就成了重点。我们在这两个标段共47.47km的路面施工中，采用全机械化配套作业，以严谨的科学态度、周密的施工组织，攻克了高级柔性路面施工难题，取得了显著的经济效益和社会效益，通过总结、提高，形成了本工法。

二、工法特点

1. 路面宽度从2.5～12m、沥青混凝土厚度在0.3m以内时，可一次全断面摊铺。

2. 机械化程度高。本工法采用引进的路面面料拌合、摊铺、震捣成套机械，污染小，改善了劳动条件，降低了劳动强度，施工质量好，进度快，经济效益显著。

三、适用范围

本工法适用于面层为热拌沥青碎石、热拌沥青混凝土的高速公路、一级公路、飞机场跑道、停车坪等工程施工。

四、施工工艺

(一)路面结构

这两个标段均采用沥青混凝土路面为柔性路面，是以双圆垂直均布荷载作用下的弹性层状体系理论为基础，佐以级配原理，选配矿料，加入定量沥青，在规定的温度范围内，经过搅拌、摊铺、压实而成的一种高级柔性路面。面层是直接承受车轮荷载反复作用和自然因素影响的结构层。基层是设置在面层之下并与面层一起将车轮荷载作用传布到土基的结构层，起重要承重作用。底基层是设置在基层与土层间的结构层，起排水、隔水、防冻、防污等作用。

(二)关键技术

1. 沥青混凝土原材料检验；

2. 拌合过程中的计量和控温；

3. 摊铺过程中的温度控制和整平；

4. 碾压程序和初、终压温度控制。

(三)材料选择和混合料配合比

1. 材料

沥青　沥青的三大指标是:针入度 98mm,延度大于 1200mm,软化点 46℃。

碎石　磨耗层选用玄武岩材质,压碎值 4.98%,其他选用石灰岩材质,压碎值 8.96%。碎石不含石粉及风化杂质,软弱颗粒含量小于 5%,含泥量小于 1%。

砂及石屑　砂采用中砂或粗砂。石屑最大粒径为 3mm,泥土杂质含量小于 3%。

石灰　采用钙质消石灰(Ⅰ级),有效氧化钙加氧化镁含量小于 75.6%。

土　液限 37,塑指 19。

粉煤灰　烧失量不大于 10%,含水量小于 35%,有效物质含量大于 70%。

2. 混合料配合比

(1)石灰稳定土　石灰含量控制在 8%～10%,最佳含水量控制在 14%～16%。

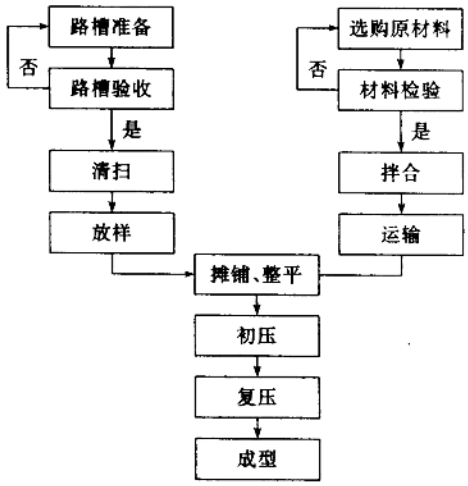
(2)二灰碎石　重量配合比:石灰∶粉煤灰∶碎石=7∶18∶75,最大干密度 1.99 g/cm³。最佳含水量冬、春、秋季控制在 7%～9%,夏季控制在 9%～11%。

(3)沥青碎石　重量配合比:25～30mm 碎石占 25%,10～20mm 碎石占 40%,3～10mm 碎石占 20%,石屑占 15%。沥青含量为 3.5%～4.0%。标准干密度 2.19g/cm³。

(4)粗粒式沥青混凝土　重量比例为:20～30mm 碎石 30%,10～20mm 碎石 20%,3～10mm 碎石 15%,石屑 35%。沥青含量为 4.5%～5.0%。标准干密度 2.42g/cm³。

(5)中粒式沥青混凝土　重量比例为:10～20mm 碎石 34%,5～10mm 碎石 15%,砂 15%,矿粉 3%,石屑 33%。沥青含量为 5.0%～5.5%。标准干密度 2.42g/cm³。

(四)工艺流程(见右图)



施工工艺流程图

(五)工艺操作要点

1. 底基层石灰土和基层二灰碎石

(1)底基层石灰土拌合与摊铺

提前 7 天消解石灰,采用层铺(每层压实厚度 20cm)路拌或场拌法施工,以宝马拌合机(路拌或场拌)或犁铧和旋耕耙交错配合(路拌)的方法拌合。拌合时按最佳含水量均匀洒水,拌好的石灰稳定土经 24 小时闷料后按 1.55 的摊铺系数进行人工摊铺,人工配合平地机按设计断面整平。初压用履带式推土机碾压 1 遍,平地机整平。复压用三轮 18t 震动压路机静压 2 遍,终压用三轮 18t 震动压路机振动碾压 4 遍。

(2)基层二灰碎石拌合与摊铺

二灰碎石用宝马拌合机进行场拌,自卸汽车运输。拌合前石灰、粉煤灰严格过筛,以免过大的石灰和粉煤灰块遇水后膨胀使路面基层发生裂缝。拌合时干拌 1 遍、湿拌 2 遍,随拌随运,在 36 小时内摊铺碾压成型。摊铺采用 TITAN-422 型摊铺机,摊铺工艺同面层。每摊铺 50m 即可进行碾压,碾压开始时间以料不粘轮为原则。初压用 9t 双钢轮震动压路机静压 2 遍,复压用宝马 48t 三轮震动压路机振动碾压 2 遍,终压用宝马 48t 三轮震动压路机振动碾压 4 遍。

(3)底基层石灰稳定土、基层二灰碎石在混合料处于最佳含水量时按先轻后重、先两侧后中央的原则进行碾压，并及时做好土路肩培土工作。碾压成型后，及时进行洒水养生，养生期为7天，养生期间始终保持基层湿润，并封闭交通。

2. 面层沥青碎石或粗(中)粒式沥青混凝土

(1)拌合

沥青混合料的拌合采用意大利玛连尼公司生产的MARINI-160型间歇式拌合机，每盘搅拌时间30～50s，干拌时间不少于5s。操作人员配置200℃杆式温度计控制好沥青加热温度、矿粉加热温度、混合料出场温度。拌合时加入抗剥落剂(抗剥落剂掺量为沥青用量的1‰)。沥青加热温度控制在150～170℃，不得高于180℃；矿粉加热控制在160～180℃；出场的混合料应均匀一致，无花白料、无结团成块或严重的粗细料分离现象。

拌合的操作程序要点是：

集料　各种规格的石料、砂子、石粉通过4个集料仓下的调速皮带，由控制室初步调速使各种料粗略混合，由传送皮带进入烘干筒。

烘干　烘干筒前端有配备鼓风机的燃烧器，当烘干筒转动时，烘干筒的料被带到顶端再落下来形成砂帘，可以被燃烧器喷出的锥形火焰充分加热，温度可达到160℃，之后骨料随着干燥筒的倾角被带到提升机进入筛分装置，而0.074mm以下的料被鼓风机和引风机带到集尘器。

集尘　使用布袋式集尘器，利用纤维布袋内外的压力差和真空度把0.074mm以下的料粘附到布袋上，再利用气流脉冲抖落到粉仓里，用螺旋输送器送到主机中拌合或送到石粉罐中储备。

筛分　根据级配安装不同的筛网，利用偏心轮使筛网振动，筛出4种规格的料。

秤量　根据级配称取筛好的4种料，并称量好沥青和石粉。所有秤量装置均由电子秤控制，总量为1600kg/盘。精确度±0.5kg。

拌合　在拌锅中拌合15～25s至均匀后，用小车拉到成品仓中贮存。贮存过程中温度降低不得超过10℃，出仓时需干拌，时间不少于5s，以保证料温不低于140℃。

(2)运输

采用自卸汽车运至铺筑现场，运输车辆内不得粘有有机物质，并于装料之前在车厢板上涂薄层肥皂水或油水混合液(油：水＝2：1，重量比)。混合料运输过程中的温度损失夏季按0.5℃/km，春秋季按10℃/km，冬季按15℃/km考虑。混合料运至现场温度夏季不低于130℃，冬季不低于140℃。

(3)摊铺

采用TITAN-422型摊铺机摊铺，摊铺系数按1.3考虑。摊铺前对坑凹不平之处用人工及时补平，局部粗细颗粒有分离现象时用人工翻拌均匀、整平，并在下层洒布乳化沥青透层油，其用量控制在0.5kg/m^2，在乳化沥青上面洒布一薄层石屑防止运输车辆将其破坏。

摊铺机操作手的熟练程度和技能是保证路面质量的一个重要因素，因此，要求操作手要注意以下事项：

摊铺粒料平顺均匀，直线行走要精确，弯道行走要圆顺，保证弯道平整度、坡度和光洁的路缘。

控制好输料器和螺旋布料器，保持运料车辆和摊铺机协调地、连续不断地紧张施工。

调整好双夯锤的振幅和频率，使之与前进速度谐调。

(4)压实

压实方式和原则　直线段由路边移向路中心(即由坡底向坡顶)逐渐碾压；曲线段由曲线内侧移向外侧，每次重叠1/2轮宽。碾压时适量控制钢轮喷刷水，以钢轮潮湿为原则，避免长时间喷水影响湿度。每次碾压长度为50～150m。

压实温度　初压控制在130℃左右，复压控制在100℃以上，终压控制在70℃以上。

压实机械和遍数　初压用9t双钢轮压路机静压3遍，复压用16t胶轮压路机静压3遍，终压用9t双钢轮压路机静压3遍。

接缝处理　接缝处用混凝土切割机切齐，剔除坍落松动部分，再涂刷一层乳化沥青，保证接茬质量。碾压条带之间重叠碾压10～15cm。

五、机具设备

(一)主要机械设备(见表1)

表1　主要机械设备

序号	机械名称	型号	数量(台)	产地
1	沥青混凝土拌合楼	MARINI,160t/h	1	意大利
2	沥青脱桶机	LT-3	2	西安
3	沥青混凝土摊铺机	TITAN-422	1	德国
4	装载机	TCM-75B	4	日本
		950B	2	美国
		CL-75B	2	郑州
5	压路机	双钢轮 VOSZ-66B,9t振动	2	美国
		三轮宝马48t	1	德国
		三轮YZ-18TA	2	洛阳
		胶轮压路机YZ-16T	1	徐州
6	平地机	自动找平RESSER-870	1	美国
		PY-160B	2	天津
7	宝马拌合机	MPH-100	1	美国
8	自卸汽车	红岩8t	10	重庆
		黄河5t	18	济南
9	洒水车	解放141,6t	5	长春
10	履带式推土机	170型	2	苏联
11	沥青洒布车		1	西安

(二)其他设备(见表2)

六、劳动组织

拌合、摊铺、碾压，定机定人，根据拌合站距摊铺点的距离确定运输车辆多少，优化劳动组合，实行两班制作业，确保高级柔性路面连续、紧张不间断施工，尽量减少横接缝。劳动组织见表3。

七、质量控制

1. 高级柔性路面对路基要求标准高。填方路堤的路槽底面以下0～80cm、填挖交界处及挖方的路槽底面以下0～30cm范围内的压实密度应大于95%。

2. 按设计要求及《公路沥青路面施工技术规范》进行控制，加强材料基本性能试验，如

表 2　其他设备

序号	仪器名称	数量	备注
1	2000kN 压力试验机	1 台	
2	1000kN 万能材料试验机	1 台	
3	石灰土压力试验机	1 台	
4	电烘箱	1 台	
5	水泥凝结养护箱	1 台	
6	电动抗折试验机	1 台	
7	水泥胶砂抗压夹具	1 台	
8	新净浆搅拌机	1 台	
9	胶砂搅拌机	1 台	
10	胶砂振动台	1 台	
11	水泥稠度、凝结时间测定仪	1 台	
12	新雷式沸煮箱	1 台	
13	砂、石、土壤筛	全套	
14	含水量快速测定仪	2 台	
15	环刀法容重测定仪	全套	
16	灌砂法容重测定仪	1 台	
17	液型限联合测定仪	1 台	
18	重型击实仪(大、小各 1 台)	2 台	
19	石灰剂量钙镁含量测定仪	全套	
20	石灰土无侧限抗压试模	10 套	
21	15cm×15cm×15cm 钢混凝土试模	50 只	
22	7.07cm×7.07cm×7.07cm 砂浆试模	50 只	
23	核子湿度密度测定仪	1 台	
24	1/1000 天平	1 台	
25	2000g 天平	4 台	
26	1000g 天平	2 台	
27	500g 天平	6 台	
28	1/100 扭力天平	6 台	
29	弯沉仪(3.6m)	1 套	
30	沥青混合料马歇尔试验仪	1 套	
31	针入度仪(0.1mm)	1 台	
32	延度仪	1 台	
33	软化点仪(环球法)	1 台	
34	闪点仪(克利夫兰开口杯式)	1 台	
35	含水量测定仪	1 台	
36	恒温水槽(±0.1℃)	1 台	
37	光电测距仪	1 台	
38	自动调平水准仪	1 台	

表 3　劳力组织

工种	人数	职责
拌合	10	沥青脱桶，乳化沥青，沥青加热，操纵拌合机，测量每盘混合料温度，记录台班产量
运输	8	运送混合料，掌握混合料出场温度
摊铺	6	摊铺混合料，记录温度、厚度
碾压	6	碾压成型，掌握初压和终压温度
施工员	1	全过程负责，协调拌合、运输和摊铺不间断施工
技术员	1	技术指导，技术交底，工序检查，落实规范和验标
质检测量	3	测量放线，质量控制
总计	35	

沥青三大指标、马歇尔击实试验(密度、饱和度、稳定度、流值、空隙率)、白料、混合料筛分试验,选择良好碎石级配,控制好混合料配合比、拌匀程度、含水量、油石比、油温,做好压实度、弯沉、强度、构造深度及厚度、高程、平整度、横坡、宽度等自检工作,严格控制碾压方法、速度、遍数。

3. 每道工序完工后进行认真检查,经检验合格后方可进行下一道工序,凡检验不合格的工序必须采取补救措施。

4. 检验标准(见表 4)。

八、施工安全

(一)劳动保护措施

1. 认真学习并掌握沥青工程的安全知识,参加沥青工程施工人员须进行体检,患有慢性结膜炎、角膜炎、各种泪道炎、眼皮炎,对光过度敏感,患阳光湿疹、阳光痒疹等疾病的人不能从事沥青工作。脸和手的皮肤受伤者(擦伤、破口等)亦不能参与沥青工程施工。

2. 从事沥青工作人员,必须穿工作服,戴口罩、手套,露在外面的手、脸和颈部需涂抹防护药膏。药膏用等量的甘油、滑石粉、氧化锌和水并加入 3%的油脂调制而成。

3. 工作人员收工后,必须用热水洗澡,用醮有酒精或花露水的棉花擦脸,并用香粉或滑石粉敷脸。

4. 皮肤上的柏油迹印可用凡士林油擦净,皮肤被柏油烧伤的部分可用煤油洗涤,以除去柏油迹印,然后用高锰酸钾水溶液洗涤,并尽可能浸浴在该溶液中。

5. 骨料仓附近从事骨料供给工作人员需配戴防尘面具和防护眼镜(风镜)。

6. 沥青拌合站和沥青堆放场地需备有足够数量的消防器材和砂桶,以预防火灾发生。

(二)M160/220L 沥青拌合站安全操作注意事项

1. 在启动电机前,应先拉响警报器提醒巡检人员离开机械的各转动部位并准备观察各个电机的启动情况,在启动几个较大电机的过程中,必须等一个电机完全启动之后才能启动下一个。

2. 拌成品料前,应先拌两锅白料预热拌锅,以免拌锅被粘。

3. 操作人员应根据砂石料的干湿程度、要求的含水量及装载机供料的快慢来调定拌合速度及风门开度,以拌出温度和配合比符合要求的成品料。

4. 操作人员在操作过程中,应密切注意控制台上各仪表的指示、各报警灯的状态和拌合场地的情况,出现意外情况立即处理,必要时应停机检查。意外情况包括冷料仓皮带被卡、小砂仓堵住、小车不上或不下成品仓、粉仓满螺旋输送器停转、振筛被堵、拌锅下料超重、布袋除尘器不工作等等。

5. 停止拌成品料收工前,应再拌两锅白料洗锅,这样有利于第二天的工作。

6. 等仪表指示温度降到 50℃时再停主要的电机,以免温度突变而引起干燥筒等变形。各螺旋输送器的电机应多转一会儿,把多余的粉尘排到粉仓。

7. 把小车保险拉下,方能清理场地。

(三)TITAN-422 型沥青混凝土摊铺机安全操作注意事项

1. 该机传动系统是由六缸风冷柴油发动机飞轮动力输给分动箱,再由分动箱输给液压泵,行走和布料又分左右驱动,所有这些液压装置由中央电脑控制操作,既集中控制又能各自独立地工作,所以在启动前应对各系统进行详细检查,看看是否处于完好状态。

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

表 4　质量检验标准

部位	检查项目	检验方法	质量标准	检验频率
石灰土底基层	标高	水准测量	0mm，－20mm	每 20m(单边)1 点
	平整度	3m 直尺	＜10mm	每 20m(单边)1 处
	厚度	水准测量个别挖洞	±10mm	每 100m(单边)至少 1 处
	中线偏差	经纬仪测量	＜40mm	每 20m(单边)1 点
	宽度	丈量或经纬仪穿线	不小于设计宽度	每 50m(单边)至少 1 处
	横坡度	水准测量	±0.5%	每 50m(单边)至少 1 处
	混合料组成设计	按 JTJ057—85	饱水无侧限抗压强度，7 天 ＞1.0MPa/(I-1.645C_v)	每个料源试验 1 次
	石灰剂量	按 JTJ057—85	±1%	每 100m 单边至少 1 处
	灰土拌合均匀度	目测	上下颜色均一致，无灰团、灰条、夹层	随时检验
	15～25mm 团含量	筛分	≯5%	每 100m 不少于 1 处
	含水量	按 JTJ057—85	最佳含水量±1%	据观察，异常时随时试验
	密实度	按 JTJ057—85	≮95%	开始阶段，每一作业段查 6 次，然后用碾压遍数与检查相结合的方法每 1000m²1 次
	弯沉值		1mm	
	抗压强度	按 JTJ057—85	饱水无侧限抗压强度，7 天 ＞1.0MPa	每 20000m² 不少于 6 个试件
二灰碎石基层	标高	水准测量	0mm，－20mm	每 20m(单边)1 点
	平整度	3m 直尺	＜10mm	每 20m(单边)1 处
	厚度	水准测量个别挖洞	±10mm	每 100m(单边)至少 1 处
	中线偏差	经纬仪测量	＜40mm	每 20m(单边)1 点
	宽度	丈量或经纬仪穿线	不小于设计宽度	每 50m(单边)至少 1 处
	横坡度	水准测量	±0.5%	每 50m(单边)至少 1 处
	混合料组成设计	按 JTJ057—85	饱水无侧限抗压强度，7 天 ＞1.0MPa/(I-1.645C_v)	每料源试验 1 次
	石灰剂量	按 JTJ057—85	±1%	每 100m 单边至少 1 处
	灰土拌合均匀度	目测	上下颜色均一致，无灰团、灰条、夹层	随时检验
	15～25mm 团含量	筛分	≯5%	每 100m 不少于 1 处
	含水量	按 JTJ057—85	最佳含水量±1%	据观察，异常时随时试验
	密实度	按 JTJ057—85	≮97%	开始阶段，每一作业段查 6 次，然后用碾压遍数与检查相结合的方法每 1000m²1 次
	弯沉值		1mm	
	抗压强度	按 JTJ057—85	饱水无侧限抗压强度，7 天 ＞1.2MPa	每 20000m² 不少于 9 个试件
沥青混凝土路面面层	标高	水准测量	＋10mm，0mm	每 20m(单边)至少 1 点
	平整度	3m 直尺	≯3mm	每 20m(单边)至少 1 处
	宽度	尺量	±20mm，应与侧石齐平	每 50m 测 1 处
	横坡度	尺量	±0.5%	每 30m 测 1 个断面
	厚度	挖验	±10%	每 1000m²1 点
	弯沉值		小于设计值	
	压实度	密度法或蜡封法	＞96%	每 300m 检查 1 处
	沥青用量	抽提试验	总用量的 5%	每 1000m²1 点

2. 启动时各系统要单独发动试运转，认为无误时再集中由一个电子控制系统操纵。

3. 摊铺机转弯时，一边履带的速度增加而另一边履带的速度减少，增和减的幅度要相同，使摊铺机的平均转向速度保持不变，这可以极大地增强摊铺效果和弧度的圆顺。

九、综合效益分析

1. 采用本工法施工，以310国道十标为例，路面工程预算单价115元/m^2，实际成本105元/m^2，降低工程造价10%。

3. 采用本工法施工，路面质量高，延长了使用寿命3～5倍，减少了维修，远期效果显著。

3. 使用本工法，减少了污染，社会效益好。

4. 节省劳动力。如果用人工摊铺，每天需上224人同时作业，而且质量难以达标。

十、工程实例

国道310线开封至洛阳段高速公路第十合同段全长21.26km。路面结构形式为：40cm石灰稳定土 + 15cm二灰碎石 + 6cm热拌沥青碎石 + 5cm粗粒式沥青混凝土 + 4cm中粒式沥青混凝土。半幅路面宽11m，全幅路面宽26m，道路等级系数 $A_c = 0.85$，面层类型系数 $A_s = 1.0$，允许弯沉值 $L_r = 0.356$mm，沥青路面面层抗弯拉强度结构系数3.71，设计使用年限15年。采用本工法施工，半幅全断面一次性摊铺施工，每天8小时（一个台班）可摊铺0.75km，折合412.5m^3，与国产拌合能力为150t/h、摊铺机摊铺宽度9m以内设备相比，可提高工效1.52倍。1995年4月1日正式摊铺施工，1995年9月14日完成，比河南省高等级公路建设指挥部安排的工期提前70天完成。按《公路沥青路面施工技术规范》经交通部质量检查团、省交通厅质量监督站检测评定，符合部颁优良工程标准，受到专家和省市领导一致好评。

北京至珠海高速公路郑新段三标11.15km。路面结构形式为：15cm水泥稳定土 + 15cm水泥稳定碎石 + 25cm轮碾混凝土 + 5cm中粒式沥青混凝土。采用本工法施工，于1994年10月25日开工，1994年11月30日竣工，经检验评定，符合部颁优良工程标准。

执笔：赵维顺　尤永学　朱　伟

盐碱沼泽地区土工布路基施工工法

（TLEJGF-95·96-02）

铁道部第十五工程局

一、前言

在盐碱沼泽地区路基中铺设土工布，可有效阻止或减少土壤毛细水从地下水位上升至路基蒸发层和冻结层内，防止路基产生冻胀和松胀病害，使其变形积累控制在一定限度内，保持路基坚固、稳定、耐久。在兰新复线施工中，在科学实验和施工实践的基础上，运用系统分析原理和数理统计方法，遵循严格的工艺流程，从1993年4月开始铺设土工布及砂垫层，到同年6月路基竣工交付使用，历时90天。竣工后经观测，不仅加强了路堤的稳定性，而且对沉降起了改善作用。土工布隔离层具有一定的抗拉强度和韧性，防水性能好，能在路基产生变形的情况下，保持排水畅通，防止土颗粒上冒及毛细水上升。此外，铺设土工布还可以改善施工条件，加快施工进度和降低工程造价，此工法有着广泛的应用前景。

本工法根据兰新复线施工的实践经验编写而成。

二、工法特点

1. 施工作业程序化、标准化，盐碱沼泽地土工布路基填筑过程可分为四阶段、六区段、九流程。

四阶段：准备阶段、施工阶段、竣工阶段、观测验收阶段。

六区段：基础处理区、填土区、摊铺及平整区、土工布铺设区、碾压区、检测区。

九流程：施工准备（包括进场道路及水电）、盐碱沼泽地软基础处理、分层填土、摊铺平整及调整填料、土工布铺设、碾压夯实、路面整修、边坡夯拍、检验签证。

2. 通过对施工材料、试验量测数据的分析，作为施工组织设计、土石方调配、取土场的选择、机械配置等方案及确定工艺参数的依据，使施工控制与质量检验处于优化状态。

3. 以质量指标为准，以压实质量为核心，系统分析压实、铺摊垫层、土工布铺设工艺，宏观调控整个施工过程，确保填筑路基的密度和强度。

4. 采用先进的质量检验仪器，用K_{30}荷载板检测路基承载力，用核子湿度密度仪检测土壤压实密度及含水量，检测速度快，数据准确。

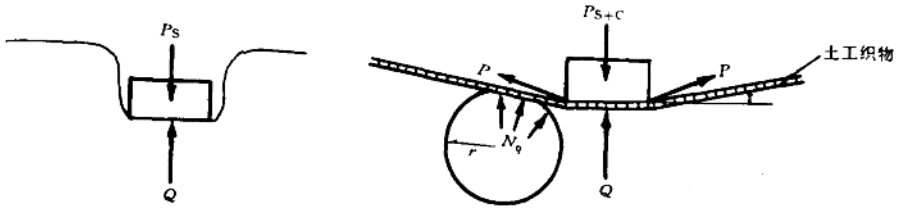
5. 施工简单，工艺流程清晰，施工作业程序化、标准化，操作和管理者易于掌握。

三、适用范围

本工法适用于盐碱地、沼泽地及其他湿陷性软粘土地质条件下修建铁路路基和公路路基。

四、基本原理

用土工布处理软弱地基，主要是利用其透水隔泥作用、补强作用。国外最早研究把荷载作用下的土工织物垫层的弯曲变形，假想为图 1 所示的圆弧形，此时土工织物受拉而产生的承载力用下式计算：



a. 未铺设土工织物时　　b. 铺有土工织物时

图 1　极限荷载图式

当未铺设土工织物时，地表极限承载力 Q_1 为

$$Q_1 = P_s = acN_cb \tag{1}$$

铺有土工织物时，土工积物极限承载力 Q_2 为

$$Q_2 = P_{s+c} = acN_cb + 2P\sin\theta + \beta\frac{N_q}{r}b \tag{2}$$

式中　P_s—— 荷载；

P_{s+c}—— 荷载；

c—— 地基强度；

a—— 地基强度系数，一般取 $a = 10$；

N_c—— 土的承载力系数；

b—— 基础宽度；

P—— 土工织物拉力(kN/m)；

θ—— 土工织物倾斜角度(一般取 10°)；

r—— 假想圆半径(一般取 3m 或为软土层厚度的一半，但不应超过 5m)；

N_q—— 土工织物的承载力系数(与内摩擦角有关)；

β—— 基础的形状系数(一般取 0.5)。

由式(1)可知，由于软弱地基承载力 Q 值很小，因此不致引起破坏的地表极限荷载 P_s 也很小。对比上述两式，可以明显看出：式(2)第一项与式(1)相同，均为地基本身的极限承载力；第二项是土工织物拉力的效果，能起到减少垂直荷载对地基压力的效果；第三项是地基侧向隆起对填料的约束作用，同时也起到侧向支撑作用，减少土壤的塑性流动。因此，在同样的松软地基上，有土工织物比无土工织物时能承受更大的荷载。

本工法就是将这一原理用于施工，改善施工条件，加强地基承载力，提高路基整体的稳定性。

五、施工工艺

(一)施工准备

除做好常规的施工准备工作，如熟悉和掌握设计标准、质量要求及施工规范，核对设计文件，交、接桩复测，现场踏勘、取样，分析地质情况，编制施工组织设计、合理调配施工机具及组织劳动力，搞好各种岗位培训及认证工作外，本工法着重要做好现场土质调查、选择土工布以及填筑压实工艺的试验工作。

1. 土壤取样试验

在开工前进行土壤取样试验，以取得足够详细的数据，为基底处理、取土场的选择、弃方利用等提供施工依据，确定最佳施工方案。某地土壤取样试验的物理力学指标见表 1。

表 1　某地土壤物理力学指标

序号	指标	单位	数值
1	ω		55.2%
2	γ	kg/m^3	1680
3	G		2.68
4	S_r		100
5	e		1.476
6	I_p		22.8
7	W_p		24.1%
8	W_L		46.9%
9	I_l		1.42
10	a_{1-2}	cm/kg	0.0088
11	E_s	kPa	2235

2. 选定防水土工布

可供选用的土工布有：维涤复合防渗水土工布（湖南），涂塑玻璃纤维布（上海），复合土工布聚氯乙稀（齐鲁），三布二膜（齐鲁），二布二膜（上海），二布一膜（湖南、齐鲁），一布二膜（上海、青岛），一布一膜（齐鲁、青岛）。

本工法推荐用 200g/m^2 防水土工布，其性能指标见表 2。

表 2　200g/m^2 防水土工布性能指标

序号	性能指标	单位	数值
1	质量	g/m^2	200
2	厚度	mm	0.8
3	幅宽	m	2.4
4	纵向强度	N/5cm	＞220
5	横向强度	N/5cm	＞200
6	纵向伸长	%	40～70
7	横向伸长	%	50～100
8	顶破强度	N	＞320
9	纵向撕破强度	N	＞175
10	横向撕破强度	N	＞165

3. 压实试验

(1)试验目的

根据初选的碾压机械及计划使用的填料种类，进行现场填筑压实试验，以确定正式施工

的工艺参数和施工方法。我们在兰新复线赤金湖至五华山段盐碱土路基工程中进行的土壤填筑试验压实遍数见表3。

表3　兰新复线赤金湖至五华山段路基填筑压实遍数

压实系数 K	铺土厚度/cm	压实遍数			
		CL-7铲运机	D80-12推土机	YZT21凸轮压路机	拖式YZT16压路机
1.00	30～35	8～9	7～8	7～8	8～9
0.97	30～35	8～9	7～8	7～8	7～8
0.95	30～35	6～8	5～7	5～7	6～8
0.90	30～35	5～7	5～7	5～6	5～7

依据压实试验的数据，进行下列工作：

确定最佳铺土厚度；

选定最适宜的压实机械；

选定最经济的压实遍数；

选定最佳含水量的控制范围和方法；

核定填筑前后土方量变化率；

核定经济合理的工艺流程和施工方法。

(2)试验程序与方法

充分利用初选的压实机具在填筑的小区段内进行填筑压实。根据机械型号、填料种类、含水量、碾压遍数等的相互关系，绘制出与设计指标相关的规律曲线图，确定其工艺参数。

铺土厚度的压实试验，要分别在不同的施工范围内取样测定其压实度或强度数据，将试验结果绘制成压实遍数和压实度的关系曲线，然后确定出需要的压实遍数。

(二)工艺流程(见图2)

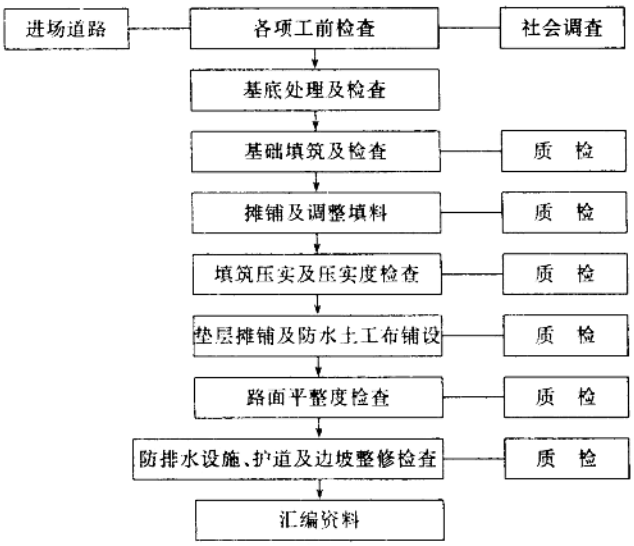


图2　工艺流程

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com