

一九九四年度
铁道部部级工法汇编

铁 道 部 建 设 司

1996 年 · 北京

前言

“八五”期间，铁路建设系统推行工法制度由试点向全面推开，在工法开发编写和推广应用方面都取得了较好的成绩。几年来，全路共开发编写等级工法 440 项，有 149 项被审定为铁道部部级工法，有 23 项被审定为国家级工法。为了不断推进工法工作，促进施工企业加强施工技术管理，推进技术进步，提高施工技术水平和整体素质，铁道部建设司在 1992 年 8 月编印发行了《铁路工程建设二级工法汇编》第一册，受到铁路建设系统广大科技人员和管理工作者的欢迎。今后将陆续编印发行《铁道部部级工法汇编》。每册工法汇编按年度编入已审定的铁道部部级工法，内容包括铁道桥梁、线路、站场、房建、通信信号及电气化工程等专业，汇集了当今铁路工程建设中先进施工技术，题材广泛，内容翔实，文字表达准确，图表清晰，具有一定的先进性、适用性和新颖性，是铁路工程建设科研、设计、施工专业人员和项目负责人极好的工具书，也可作为大专院校教学参考书，对企业开发编写新工法有借鉴作用。《铁道部部级工法汇编》第四册编入了 1994 年度铁道部部级工法 39 项，其中线路 7 项，桥梁 9 项，隧道 5 项，爆破 1 项，四电 11 项，房建 6 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和中国铁道建筑总公司科技部的大力支持，在此一并致谢。

铁道部建设司

1996 年 10 月

本书编委会

主 编 朱国键

副主编 辛铸鑫 孟令石 马同骥

责任编辑 金贵宝 阮月波 周晓维

目 次

增建第二线开通速度 60km/h 施工工法	1
粉体喷射搅拌加固软土地基工法	9
预应力锚索加固岩石边坡工法	15
机场混凝土场道施工工法	22
振冲置换法加固软粘土地基工法	28
水泥粉喷桩加固软土地基工法	33
塑料排水板加固道路软粘土地基工法	40
轻型弓弦式挂篮悬灌箱型连续梁工法	50
预应力混凝土先张梁拆装式钢台座流动制梁工法	57
连续顶推架设预应力混凝土连续箱梁工法	67
钢管(轨)桩栈桥作业平台单壁围堰施工水中桩基工法	74
无竖杆刚性桁梁柔性拱桥架设施工工法	81
48m 铁路预应力混凝土连续箱梁多点顶推架设工法	90
在浅海浮动平台上施作大直径钻孔灌注桩工法	100
T 型钢构转体施工工法	112
滩海低桩承台逆施筑岛工法	122
严寒地区隧道渗漏水整治工法	130
风积粉细砂隧道注浆加固施工工法	138
水下隧洞超前钻探全封闭帷幕注浆开挖工法	144
软弱围岩隧道中壁施工工法	150
隧道施工降尘净毒综合治理工法	159
控制爆破拆除框架大楼工法	167
大容量全塑市话电缆接续模块压接工法	172
信号电缆不中断使用时屏蔽接地工法	177
四显示自动闭塞与无绝缘轨道电路调整试验工法	181
ZY 型电动液压转辙机安装工法	190
地铁接触网双承力索、双接触线并列架设施工工法	198
数字程控交换系统施工工法	205
光纤数字通信传输系统施工工法	216
高大地电阻率铁路地段地线施工工法	222
全塑市话电缆及模块压接施工工法	228
光电综合水线缆接续工法	234
运行中变(配)电所改造和扩建施工工法	239

冬期整体水磨石楼地面冷作施工工法·····	246
SP-70 高效钢木(竹)组合模板支立工法·····	251
高压气体高弹纤维球清洗液压管道工法·····	255
多头钻施作地下连续墙工法·····	259
高层建筑滑模施工工法·····	266
预应力混凝土双曲马鞍形壳板施工工法·····	273

增建第二线开通速度 60km/h 施工工法

(TLEJGF-94-01)

铁道部第五工程局

一、前言

在我国铁路技术改造中,常采取增建第二线的办法来解决运能与运量的矛盾。然而施工中往往需要多次拨接轨道,将列车转入新线或临时便线运行。根据以往经验,新线或便线至少要经过一个雨季,才能逐渐达到应有的运行速度或设计速度。此外,按照铁基字[1980]373号部文规定,列车走新线,需限速 45km/h。这些经验和规定,对运能已饱和的既有线而言,无疑增加了新的矛盾。1986 年 10 月,铁道部第五工程局承担衡广复线施工中,在铁道部基建总局的领导下,会同广州铁路局及铁道科学研究院,组织了对里排便线开通 24 小时后,列车运行速度达到 60km/h 的技术攻关,采取一系列措施,制定出新的工艺流程。

1989~1991 年,我局在浙赣线鹰潭至向塘的 6 个区间复线施工中,也应用这一新工艺,成功地使线路开通 24 小时后达到 60km/h 的运行速度,以较少的投入取得了可观的经济效益和社会效益。在此基础上,开发出本工法。

二、工法特点

1. 从交付运营之次日起,列车以 60km/h 速度行驶,不影响或少影响原有的线路通过能力。
2. 使用常规的施工机械和检测设备,不需要增加特殊设备,便于推广应用。

三、适用范围

本工法适用于增建第二线及过渡便线,也可用于铁路建设中开通速度要求比较高的新线。

四、施工工艺

(一)工艺原理

影响提高行车速度的因素很多,而路基与线路上部建筑的稳定是关键因素。老路基之所以能行驶较快的列车,是因为它已趋稳定,新筑路基和新铺轨道就不然,它们的变形比较大。本工法采取各种措施,高标准,严要求,勤检测,强维护,想方设法使新筑路基和新铺轨道在外力作用下变形小到不致影响行车安全的程度。

所谓高标准,就是要遵守铁道部颁布的有关施工规则,采用的某些技术标准比这些技术标准和规则还要高一些。严要求,就是在实现工艺流程的全过程中,严格遵守各种规定和要求。勤检测,就是在执行关键工序时勤检查、勤测试,用数据说话。在传统施工方法下,线路开通之初,在拨接口附近的路基及其上部建筑发生的变形都会比其他地方的大,这就必须采

取强化养护措施,使这些部位迅速稳定下来,令其变形不致危及行车安全。

(二)工艺流程(见图 1)

(三)施工方法要点

1. 路基土石方施工

(1)路堑施工

路堑施工首先应决定挖出来的土是利用还是废弃。如决定利用作填料,应取样进行土工试验(试验项目见表 1)。

表 1 填料试验项目一览表

试验项目		量值或计算值			试验项目		量值或计算量						
1. 天然含水量 $N(\%)$					9. 液限 W_L								
2. 天然容重 $\gamma(\text{kg}/\text{m}^3)$					10. 塑限 W_p								
3. 最大干容重 $\gamma_d(\text{kg}/\text{m}^3)$					11. 缩限 W_s								
4. 最佳含水量 $W_{opt}(\%)$					12. 液性指数 I_L								
5. 比重 G					13. 塑性指数 I_p								
6. 天然空隙比 e					14. 相对密度 D_r								
7. 最大空隙比 e_{max}					15. 土类名称								
8. 最小空隙比 e_{min}					16. 填料等级								
粒径分析													
粒径(mm)	>200	200~60	60~20	20~5	5~2	2~0.5	0.5~0.25	0.25~0.1	0.1~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	0.005~0.002	<0.002
占总土重%													

当路堑开挖接近设计标高时应取土作鉴别核对试验,检验土质是否符合基床土质的要求以及路基面下 30cm 内土的密实度是否符合基床密实度的要求。如土质不合格,则应采取换填、改良土质、封闭等工程措施,如密实度不合格,则进行碾压直至合格。

(2)路堤施工

①填料调查

路堤填料首先应考虑利用路堑挖出的土,只有当路堑土质不宜利用或不经济时才考虑借土作填料。填料都应取土样按表 1 作试验,通过试验所取得的物理(必要时还有力学)指标,应与现行规范、规则或本工法规定的各项指标进行对比,若不合格应采取相应的措施。

当取土场(或路堑)土质发生变化或变更取土场地时,均应重新取土样按表 1 进行试验并据以调整施工措施。填料的复查试验项目频次应遵照《铁路路基施工规范》(以下简称《规范》)第 16.1.3 条执行。

②工地试填

根据表 1 确定的最佳压实度和最佳含水量,在工地用合适的碾压工具按几种“层厚—碾压遍数”试填方案进行试填方,选出最经济合理的方案,据以展开大面积施工。规范附录三所列的层厚与碾压遍数的关系可作为参考。

2. 线路上部建筑施工

线路上部建筑

填 方

挖 方

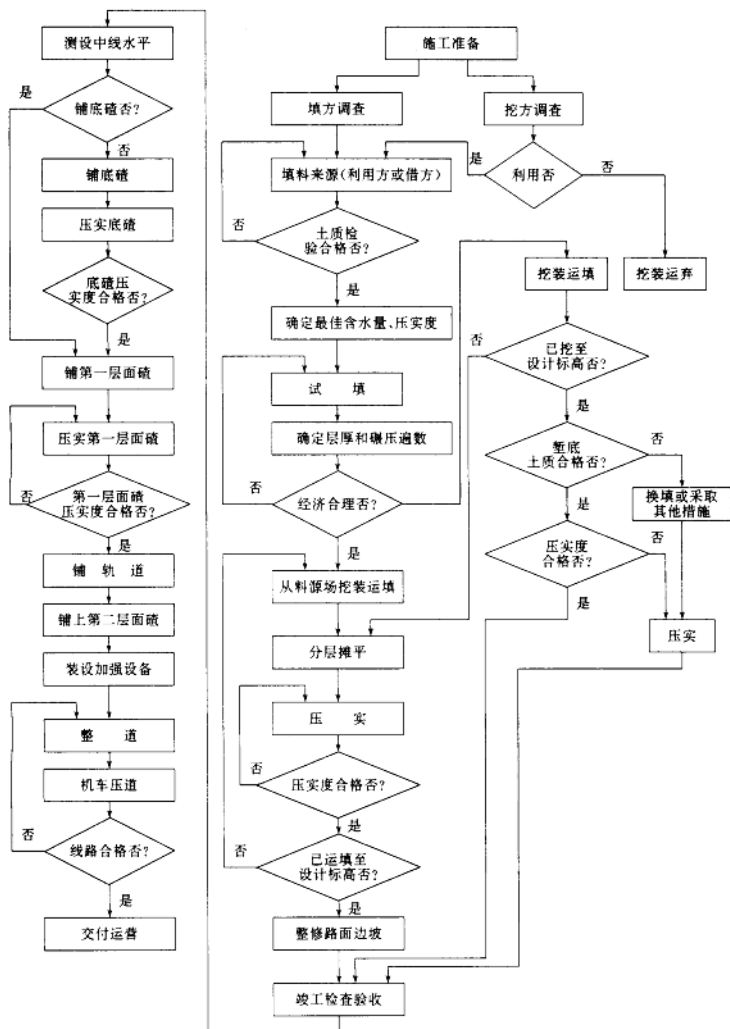


图1 工艺流程

(1)测设中线和水平桩

在已完成并经竣工验收的路基上,铺轨之前要恢复中线桩及水平桩。特别是用作铺轨后观测路基沉降情况的水平桩,更要小心设置并作好保护,在铺轨整道后应核定其高程。

(2)铺设底碴及面碴

设计有底碴的,一次铺足设计的底碴厚度,并用振动压路机碾压4~5遍,其压实度应 >0.55 。

底碴达到要求的压实度后,即可散铺面碴。面碴必须是碎石道碴,分两次铺,第一层厚约20cm左右,其宽度应较设计宽度大20~30cm,用振动压路机压4~5遍,其压实度应 >0.60 ,且厚度均匀平顺。

(3)铺设轨道

根据已测立的中线桩,洒上灰线,即可铺轨;之后进散碴列车,按设计数量散足道碴,整道二次,使轨顶标高达到设计标高;调整轨缝、枕木间距,合格后,安装线路加强设备(其安装办法及要求,根据设计而定)。检测轨下道床,保证其压实度 >0.65 。

(4)机车压道、检查验收及交付运营

铺轨整道后,使用大轴重机车(如D4内燃机车)压道不少于100遍,速度从15km/h起至80km/h逐步提高。压道既能使道床压实度进一步增加,也是检验、整修、再检验、再整修的过程;压道中不断检测道床的压实度、轨道的轨距、曲线正矢、水平、方向,作出记录并及时对照设计值加以整修。

如条件许可,用轨道试验车作振动摇晃试验,如果车体振动加速度值在垂直方向与水平方向分别小于 5m/s^2 与 4m/s^2 ,则可交付运营,运营后24小时内列车速度由25、35、45km/h逐渐提高到60km/h。

(5)强化养护维修

铁科院在现场作的试验表明,开通24小时速度提高到60km/h后,道床的压实度尚未达到最高值,大致在16天左右才趋于基本稳定,此后维修量明显减少,接近既有线的状况。这说明,开通速度60km/h是可行的,但在开通后一段时间内要强化维修工作。

五、机械配备

施工机械应根据工地具体情况,本着选型恰当,配套合理,保证质量,操作安全,以较少的投入,取得较大产出的原则配备。

一个土石方机械化施工队,通常都配备有如表2的主要机械和设备。衡广复线里排便线、浙赣线鹰潭至向塘区段复线,用这些机械均比较满意地完成了路基及线路上部建筑施工任务,取得了开通24小时提速至60km/h的成果。

表2显示了一个机械化施工队拥有的压实机械及测试手段。有的队还备有手工操作的卡瓦列夫仪,作为辅助或对比用的测试手段。

六、劳动组织

施工队按两班制作业配备人员。大型机械每台配备2名司机,全队另配5名司机作机动,配10名修理工,负责机械的保养维修,配4名试验人员作土工测试工作,加上行政领导、技术人员、安质、施工员及后勤等约120人。

七、路堤填筑的质量控制

1. 路堤基底除按正常施工要求铲除杂草树根及其他有害物质外,原地面土壤应碾压密

实,压实度应符合表 3 的要求。

表 2 一个机械化施工队需配备的施工机械及测试手段

序号	机械名称	型号及规格	台数	附 注
1	推土机	D7G、D80A12	4~5	
2	挖掘机	UH18J、PC400	1~2	
3	铲运机	D7G+155B	5~6	
4	装载机	966D、WA350-1	1~2	
5	平地机	GD-605R-2、GD-605R-1	2~3	
6	洒水车	WX140AS、WX150AS	2~3	
7	自卸汽车	2M403、Mr3B、15t	10~15	
8	震动压路机	CA51、14.8t	2~3	
9	露天钻机	DHA800	1	
10	核子密度湿度仪		2~3	
11	试验车		1	
12	液压捣固器		2	
13	油压起道机		2	

表 3 路堤各部压实度

部位	细粘土和粉砂粘砂 压实系数 N	粒粘土 相对密度 D_r	岩块类和砾石土 K_{30} 值/ $\text{MPa} \cdot \text{m}^{-1}$	碎石土、卵石土 K_{30} 值/ $\text{MPa} \cdot \text{m}^{-1}$
路堤基底	0.87	0.65		70
路肩下 1.2m 以下部分	0.87(0.90)	0.70(0.72)	100	100
基床表层	0.96	0.77		110
基床底层	0.92	0.72		110

注:1. 括号内数值为浸水部分;

2. 年降雨量小于 400mm 地区, N 值可减少 0.05。

2. 每层填土要选取若干个测点检测其压实度。基床每 100m^2 、路基下部每 200m^2 应不少于 1 个测点。测点位置应遵照《规范》第 10.2.4 条执行,或选择在压实度有怀疑之处。测点的压实度须符合表 3 要求,其平均误差不得大于 $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ 。在一个相等的施工条件区段内,诸测点的压实度较规定的压实度大于 $0.03\text{g}/\text{cm}^3$ 的测点不得超过 10%,当超过 10%时,这些测点附近应再进行碾压,直至全部达到规定的压实度为止。

3. 最佳含水量 W_{opt} 增减过大时,在确定的层厚和碾压次数条件下很难达到要求的压实度,因此应根据情况及时检测填料的 W_{opt} 值,其波动范围一般为 2%~3%。对于细粘土, W_{opt} 值应控制在 +1.5%~2.5% 范围内,这是因为含水量较大的细粘土,虽可能达到要求的压实度,但强度都很低。

4. 靠近边坡附近的填方,由于机械安全行驶原因,往往难于达到要求的压实度,可根据使用的机械情况及技术熟练程度,比设计宽度超填 30~40cm,超填部分,在路堤填到设计标高后再刷除,刷下的土方可作为护道或其他用。

八、施工安全

1. 本工法执行《铁路路基施工安全技术规则》(TBJ402—87)、《铁路轨道施工安全技术规则》(TBJ401—87)、《铁路行车线上施工安全技术规则》(TBJ412—87)。

2. 由于核子密度湿度仪有少量核辐射,用它进行压实度检测时应注意:

(1)操作人员应戴含铅的胶围裙、手套。

(2)非操作时间,操作者应与仪器保持一定距离。操作时应站在仪器背面迅速操作,仪器开始计数时,应离开仪器 1m。

(3)仪器使用半年应到专门机构检查有无渗漏,工作人员作相应的身体检查。

(4)现场短时间停用时,手柄应放在安全位置,探头放进屏蔽室,放射源不得暴露在外面。

(5)试验结束,关闭电源,仪器装箱上锁。

九、效益分析

1. 增建第二线通常都是在既有线运能饱和的情况下实施的。其开通速度越接近既有线的行车速度,对既有线运营的影响越小,其经济效益越明显。

2. 衡广复线里排便线,实现了 60km/h 开通速度,便线拨接后,正线工程及时开工,确保了衡广复线全线总工期。开通限速在短期内提到 60km/h,比原计划每天可多开 5 对列车,2 个月可减少 402 万元的直接经济损失,社会效益显著。

3. 在浙赣复线招标中,建设单位明确提出,增建第二线的开通速度要达到 60km/h。我局有衡广复线《提高里排便线限速》技术成果,在标书中提出了可行的施工技术措施,中标 6 个区间,均按期以 60km/h 速度开通,建设单位十分满意,并因此继续获得施工任务。

十、工程实例

1. 里排便线

1986 年 10 月衡广复线太平里至白石渡区间里排附近的 1080m 新建双绕复线与既有线多处相交,决定采用便线过渡,以便后步工程施工。若按以往规定新建线路初期速度限为 45km/h,则这个区段就要减少 5 对列车。为了不使便线降低运能,采取提高路堤及道床压实度、加强线路上部建筑强度,以及强化养护维修等工作,成功地实现了开通 24 小时后列车运行速度达到 60km/h 的目标。

本段便线有一段长 80m 的填石路堤,铺轨初期我们曾参照其他线的情况,采用 K_{30} 承压板试验,定 K_{30} 的最小值为 110MPa,检测结果见表 4,不合格。为了提高路基承载能力,保证列车达到 60km/h 的行驶速度,把基床表层 50cm 挖开重新填筑、压实,用激振力为 200kN 的震动压路机碾压 20 余次,达到预定值,开通按 60km/h 行驶后,未发现有大的变形。可见定 K_{30} 最小值为 110MPa 是可行的。

表 4 里排便线填石路堤 K_{30} 承压板试验结果

返 工 前			返 工 后		
点号	位 置	K_{30} 值/MPa·m ⁻¹	点号	位 置	K_{30} 值/MPa·m ⁻¹
1	B ■ K0+684 左轨下	88	1	B ■ K0+682 路基面下 50cm	146
2	B ■ K0+684 中	95	2	B ■ K0+701 路基面下 50cm	129
3	B ■ K0+684 右轨下	120	3	B ■ K0+714.6 路基面下 50cm	148
4	B ■ K0+684 左轨下	196	4	B ■ K0+727.6 路基面下 50cm	190
5	B ■ K0+724 中	175	5	B ■ K0+741 路基面下 50cm	161
6	B ■ K0+724 左轨下	98	6	B ■ K0+685 路基面	228
7	B ■ K0+724 中	148	7	B ■ K0+984 路基面	176
8	B ■ K0+724 右轨下	98	8	B ■ K0+720 路基面	272
			9	B ■ K0+728 路基面	240
			10	B ■ K0+741 路基面	228

对道床压实度,我们也作了对比试验,结果如表 5,可以看出,道床压实度的最小值定为 0.58 是可取的。但如前所述,道床经过压道虽达到一定的压实度,开通后,其压实度仍在继续增加,这就是要强化维修的道理。

表 5 道床压实度对比试验

里 程		轨 下		道 碴 盒		道 碴 肩		备 注
		干密度	密实度	干密度	密实度	干密度	密实度	
		/g·cm ⁻³	%	/g·cm ⁻³	%	/g·cm ⁻³	%	
压道前		1.420	52.0	1.335	49.4	1.331	49.0	
压道 120 次 后	B■K0+210~+222.5	1.514	57.0	1.595	59.0	1.567	58.0	石质路堑
	B■K0+893.5~+706.5	1.572	58.9	1.530	56.9	1.445	54.0	填石路堑
	B■K0+125~+137.5	1.750	65.0	1.650	61.0	1.602	59.0	枕下 15cm
	B■K0+125~+137.5	1.813	67.0	1.513	57.0	1.575	58.0	枕下 35cm
	B■K0+125~+137.5	1.813	67.0					枕下 50cm
开 通 24 小 时 后	B■K0+210~+222.5	1.598	59.2	1.683	62.3	1.628	60.3	石质路堑
	B■K0+693.5~+706.5	1.603	59.4			1.483	54.9	填石路堑
	B■K0+125~+137.5	1.792	66.4	1.683	62.0	1.635	60.6	枕下 15cm
	B■K0+125~+137.5	1.832	67.8	1.530	56.7	1.592	59.0	枕下 35cm

2. 鹰潭至向塘区间

1988~1991 年,我局在浙赣线鹰潭至向塘间进行复线 6 个区间共计 60 余 km 施工,采用里排便线的施工工艺,成功地实现了开通 24 小时后速度达 60km/h 的目标。

该段复线沿线都是红壤土,其中两处土壤主要物理性质见表 6。

表 6 土壤试验结果

项 目	刘家至余江段黄褐色沙粘土	张玉庙至梁家渡段棕褐色沙粘土
比重	2.67	2.67
液限/%	38.25	42.95
塑性/%	26.70	28.40
塑性指标	11.55	14.55
最佳密度/g·cm ⁻³	1.645	1.530
最佳含水量/%	21.00	25.95

从表 6 可以看出,这两段的土壤由于液限大于 32%或塑性指数大于 12%,根据《规范》规定,均不能作为基床表层的填料,故最后决定表层 50cm 全部采用河中的砂夹卵石或粗砂填筑,虽增加了填料的远距离运费,但却保证了路基质量,保证了 60km/h 的开通速度。

表 7 路基高程跟踪检测结果

刘家至余江区段填砂粘土高 4.58m 填砂卵石高 0.50m			张玉庙至梁家渡区段填砂粘土高 4.28m		
观测日期	标高/m	说 明	观测日期	标高/m	说 明
1989.11.6	39.645	路基完后二个月	1990.12.12	22.410	
1989.12.15	39.644	验交时	1991.1.15	22.409	压道后
1990.4.25	39.639		1991.8.3	22.401	验交时
1990.7.30	39.637		1993.3.16	22.401	
1993.3.15	39.633				

上述区段我们曾埋设观测桩,对高程作了跟踪检测,其结果见表 7,可以看出路基的填筑质量是可以满足 60km/h 的开通速度的。

执笔:原瑞临 王世龙 王松筠 谭毓浚 李开言

粉体喷射搅拌加固软土地基工法

(TLEJGF-94-02)

铁道部第四勘测设计院软土地基工程公司

一、前言

粉体喷射搅拌加固软土地基工法系最新软土加固技术之一。

在我国,铁道部第四勘测设计院于1979年首先引进了这一技术,1983年对该项工法正式列题研究。通过国内外情报调研、专利查询、可靠性论证以及二千多项次的室内土工物理、力学性测试,证明了该项工法的可行性,并自行改装施工机械,进行工艺性试验。1984年把该工法应用于工程实践,成功地加固了一座铁路涵洞软土地基,减少涵洞沉降量约2/3,取得了良好的加固效果。

1985年该项技术通过了铁道部部级鉴定。同年获国家科技进步三等奖。1986年获黄鹤发明奖。

1988年由铁四院和上海探矿机械厂联合研制的专门施工机械GPP-5型深层喷射搅拌机,通过地矿部鉴定,并批量投入生产。1990年GPP-5型深层喷射机获武汉市发明奖。

1991年该工法的关键计量设备(GS—气固二相粉体流量测量装置)由空军雷达学院和铁四院联合研制成功,并由中国铁路工程总公司组织了科技成果鉴定,中国专利局批准为专利技术(专利号92201656.9)。

近几年来应用实践证明,该工法是一种具有很大推广价值的软土地基加固新技术。目前已广泛应用于铁路、高速公路、市政工程、工业及民用建筑等地基处理和开挖支护工程中,采用本工法的地基加固工程已达数百项,取得了很好的经济效益及社会效益。

二、工法特点

1. 该工法以粉体作为加固料,能充分吸收地下水。其承载力比与此相类似的浆喷桩高15%~20%。

2. 该工法加固后形成的复合地基,不需预压即可获得较高的地基承载力及变形模量,加固段的压缩量仅1~3cm。地基沉降量一般约可减少1/3~2/3。

3. 施工时低压操作,安全可靠,无污染,无振动,无噪声,对周围环境及建筑物无不良影响。

4. 本工法可以根据不同的土质条件及设计要求,事先选择加固料种类及合理的配比,设计灵活。

5. 本工法可以解决下列工程问题:增加软土地基的承载能力;降低软土地基的沉降量;加快软土地基的沉降速度;作侧向支护以增加开挖边坡的稳定性。

三、适用范围

(1)本工法的适用土质

适用于淤泥质土、粘性土、粉土、杂填土等,特别适宜于天然含水量大于30%的土层。据研究表明,对含有多水高岭石、蒙脱石等粘土矿物的软土加固效果较好,对含有伊里石、氯化物和水铝英石等粘土矿物的粘性土、有机质含量高、pH值低的粘土加固效果较差。

(2)本工法适用的工程类别

目前已应用的领域有铁路、高速公路、市政工程、工业厂房、民用住宅的软基加固和开挖围护工程等。基础类型有条形基础、筏板基础、独立基础等。

四、施工工艺

(一)工艺原理

粉体喷射搅拌加固软土地基工法,是通过专用的深层喷射搅拌机械将粉状加固料(水泥、石灰粉、钢渣粉及添加剂等)用压缩空气喷入地基深部,凭借钻机回转钻头的叶片与原位软土强制搅拌、混合压密,吸收地下水,使粉状加固料与软土充分混合,进行一系列物理、化学反应,形成具有水稳性及一定强度的完整柱状加固体。这种柱状加固体与周围软土组成复合地基。

在工艺设计时,对钻机的回转速度、提升高度、喷粉速度三者注意严格匹配,选择最佳组合,以保证灰、土的搅拌效果。

钻头叶片的倾斜角度是保证密实度的重要参数。压密度对粉喷桩的质量影响极大,因此,应根据不同的土质条件,选用不同形状、不同倾角的钻头叶片。

(二)为了保证地基加固效果,必须选择合理的钻机转速、提升速度、喷粉速度,以保证灰、土的搅拌效果。

灰、土的搅拌效果,通常用土体中任一点经钻头搅拌的次数 N 来控制。一般 N 应满足下式并大于30次。

$$N = \frac{h \cdot \Sigma Z}{v n}$$

式中 h ——钻头叶片垂直投影高度;

ΣZ ——钻头叶片总数;

v ——钻头提升速度;

n ——搅拌轴转速。

(三)施工场地的准备

平整、铺垫施工场地,清除地下障碍物,以满足施工机械走行和施钻要求。

(四)准备粉状加固料

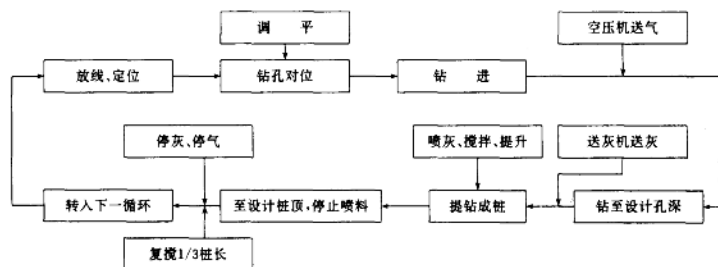
进入施工场地的粉状加固料的种类、技术指标、质量标准等,必须满足设计文件中规定的技术要求,杜绝不合格的加固料进场。

(五)施工顺序

施工顺序见施工工艺流程图,工序操作要点如下:

1. 钻机对位,并使搅拌轴保持垂直。

2. 启动搅拌钻机,钻头边旋转,边钻进。为了不致堵塞喷射口,开钻时不喷射加固料,只喷射压缩空气,使负载扭矩减小,顺利钻进(在钻进过程中,待加固土体在原地受到搅动)。钻



施工工艺流程图

至设计加固深度后钻机停止钻进。

3. 改变钻机的旋转方向,提升钻头的同时开启粉体发送器边提升边将加固料喷入被搅动的土体中,使土体和粉状加固料充分拌合。

4. 当钻头提升至地面以下 30~50cm 时,关闭粉体发送器,停止喷粉作业。

施工时如遇特殊情况,亦可采用下钻时就喷加固料,或复喷、复搅、加水等其他措施。

本工法要求施工中喷粉连续、均匀,粉体喷入量要符合设计要求,这是保证粉喷桩质量的关键。铁道部第四勘测设计院与武汉空军雷达学院研制的气固二相粉体流量测量装置,在粉喷加固过程中,可以监测粉体喷入量的连续性及其均匀性,对加固体可以进行逐段分析,并自动记录分析结果,有效地保证了粉喷的施工质量。

(六)施工注意事项

1. 严格控制钻孔深度、喷灰时间及停灰时间,确保粉喷桩桩长。严禁未达设计深度及尚未喷灰的情况下进行钻机提升作业。

2. 定时检查粉喷桩的成桩直径及搅拌均匀程度,对使用的钻头必须随时检查,其磨损量不得大于 1cm。

3. 喷灰机必须配有粉体计量装置,并记录粉体的瞬时喷入量及累计喷入量。严禁没有粉体计量装置的喷灰机投入使用。

施工中如发现喷灰量不足应进行整桩复喷,复喷的喷灰量不应小于设计用量。

如遇停电、机械故障等原因而中断喷粉,在恢复喷粉时,其重叠孔段长度应大于 1m。

4. 桩身上部 1/3 桩长范围内应进行重复搅拌,使水泥等加固料与土体充分拌合,提高上部桩身强度。

5. 为防止水泥等粉尘飞扬,造成环境污染,当钻头提升至地面以下 0.5m 时喷灰机应停止喷灰。上部 0.5m 范围内用人工回填粘土,压实。

6. 粉喷桩施工时,施工单位应认真填好施工原始记录(见下表),严禁涂改及伪造。

五、机具设备

本工法的主要施工工具有:

(1) 1.6~2.0m³/min 空压机 1 台,电动机功率 15kW。

(2) GPP-5 型深层喷射搅拌机 1 台,主机电动机功率 30~37kW,液压步履电动机功率 3kW。

粉喷桩施工记录

工程名称				施工班组				施工日期							
粉体种类				钻孔直径				钻孔设计深度				设计含灰量			
桩号	钻孔深度 (m)	孔底标高 (m)	停灰面标高 (m)	加 灰 量				剩 余 灰		实进灰量	备 注				
				总量	包数	加入数	读数	余读数	重量						

记录者:

现场技术主管:

机长:

班长:

(3)喷粉机 1 台。

本工法全套施工机械电力消耗为 50kW。

六、劳动组织

该工法施工劳动组织主要由以下人员构成(以两班计):

(1)工程技术人员,施工员,机长各 1 名,分工负责施工现场的技术问题、施工组织、施工设备的维护、保养及人员调配。

(2)班长 2 名,分别负责两个班组的工作。

(3)记录员 2 名,分别负责两个班组的施工记录。

(4)司钻 2 名,负责钻机操作。

(5)喷灰机司机 2 名,负责喷灰机及空压机的操作。

(6)普工 6 名,负责施工加固料的添加及其他辅助工作。

以上共 17 人。

七、质量标准

(一)影响粉喷桩质量的主要因素

1. 加固料的喷入量

设计所选用的加固料喷入量应由室内配方试验提供。

2. 加固料与土的搅拌均匀程度

一般来说,加固料与土搅拌愈均匀,其粉喷桩的强度就愈高。因此,为了提高粉喷桩上部的桩身强度有时采用重复搅拌的施工工艺。

(二)质量标准

粉喷桩施工时应严格按照设计要求的喷入量喷粉,喷入量的容许误差为 $\pm 7\%$ 。

粉喷桩桩体强度应大于 1.2MPa。

为了保证灰土的搅拌均匀度,施工前必须进行工艺性试桩,其根数不少于 10 根。

为了保证本工法的施工质量,施工时应严格执行铁四院制订的《粉喷桩施工技术要求及质量验收办法》,统一施工工艺,强化施工管理及质量意识。

八、安全措施

本工法以空压机为风源,加固料靠风力输送。在施工过程中整个设备系统(例如:灰罐、管路、阀门等)均有压力(该压力一般为 0.2~0.6MPa),各关键部位均应设置安全阀与压力表,以显示系统压力情况及运行情况,保证施工正常进行。

为了规范人员操作,防止人为事故和机械事故发生,施工时必须遵守《GPP-5 型深层喷射搅拌机安全操作规程及岗位职责》。