

风积沙路基水坠法施工质量探究

史启龙

中铁北京工程局集团第一工程有限公司

摘要：沙漠地区较多的就是风积沙，风积沙因为是一种特殊的建筑材料，它与一般平常的路基填料不同，颗粒直径大约在0.5-0.075mm之间，风积沙粘连性差，保水性差，因此在使用风积沙作为路基工程建筑材料时，我们要采取与平常不同的施工方式和压实方式进行，才能够确保风积沙路基的工程质量。在改变施工工艺的同时我们应该采取可行有效的方法来实行环境保护措施。对风积沙路基进行封闭式保护，尽可能防止风蚀现象的发生，避免破坏周围的生态环境。为了提高风积沙材料在路基工程中的施工质量，本文针对水坠法来提高工程的施工质量问题进行探究。

关键词：风积沙路；施工质量；原地表处理

一、引言

风积沙主要分布在我国内蒙古、宁夏、甘肃、新疆等地区，随着我国经济的发展，在西部大开发和一带一路的战略发展，在沙漠地区修建公路、铁路尤为普遍，没有有限的良好建筑材料，而且沙漠地区的生态环境十分脆弱，极易遭受破坏。在沙漠中建筑材料稀缺，道路运输困难，也增加很大的成本。因此我们选择就近取材，使用风积沙作为建筑材料，但是风积沙是砂土，没有什么黏性，且极易容易失水，施工质量控制难度大。因为风积沙的特殊物理性质，在施工过程中出现工地实际测定密度远超过最大干密度的现象，也就是人们所说的拆密度现象，本文通过对风积沙路基建设的实例中总结研究，总结出一些关于提高风积沙道路施工质量的经验和建议。

二、水坠法路基填筑施工

(一) 基底处理

在沙漠地区最难修建的地区就有大量风积沙的地段，风积沙地段的土质是非常疏松的，土壤间的空隙非常大，给施工增加了很多难度。首先使用推土机进行土地表面清理，清理深度大概需要十到二十厘米，将杂草、有机土等清理干净，对原地面进行整平碾压。为保证施工质量，首先在地基底洒水，然后进行碾压，再进行填充大约五十公分的碎石，最后再使用重型设备进行压实，使用这种方法来提高地基承载力能力，确保基底压实度满足质量要求。

(二) 风积沙的工程特性

(1) 风积沙类似于细砂，渗水性好、饱水性差、塑性低、颗粒间粘结力小、水分易流失。自然状态下的风积沙松散，含水量小，易受风蚀^[4]。风积沙粉粒、粘粒含量很少，无黏性，内聚力小，非常松散，压实不甚困难，用其填筑的路基水稳性好，沉降均匀，受雨水季节影响较小。

(2) 风积沙颗粒组成分析：经筛分试验，风积沙颗粒粒径均在2mm以下，具体数据见表1。

表1 风积沙的颗粒组成分析

筛孔	试验次数				平均	筛余	累计筛余	累计通过量
	1	2	3	4				
>2mm	0	0	0	0	0	0	100	
0.074~2mm	95	96	96	96	95.825	95.825	95.825	
<0.074mm	4.6	4.3	3.7	4	4.175	4.175	4.175	

根据筛分结果，该处风积沙为无塑性级配不良沙，土中小于0.074mm组分质量小于总质量的5%，无塑性。

(3) 通过对该处风积沙取样进行重型标准击实试验发现，

随着含水量增大，其干密度曲线平稳上升，击实曲线呈凸曲线型，最大干密度出现在含水量接近13.8%时，击实曲线见图1。击实结果表明，风积沙具有干压实和饱水压实两大特性。

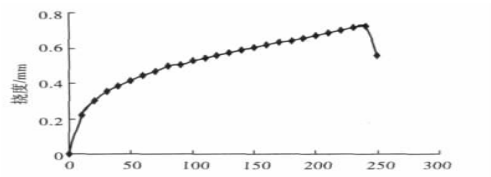


图1 风积沙压实曲线

(4) 风积沙的最大干密度确定：风积沙的最大干密度是检测路基压实度的一个有效指标，也是控制施工质量的关键参数。根据设计文件和规范要求，利用重型标准击实进行测定风积沙的最大干密度。取样沙样击实数据表明，该风积沙最大干密度为1.68-1.71g/cm³，最佳含水量为13.8%±1%。路基风积沙每填筑5000m³时，需重型击实一次，以测定最大干密度及最佳含水量，也可根据需要增加重型击实次数。

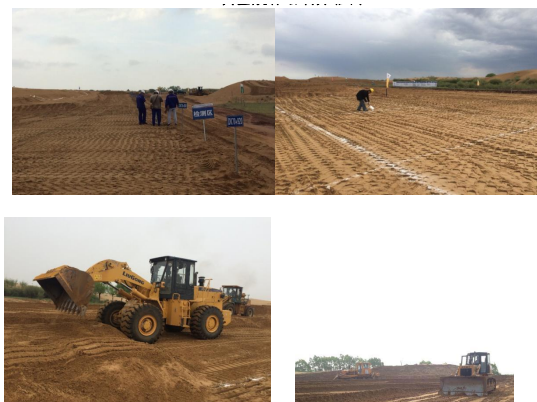
(5) 风积沙中的水所起作用为：相关资料表明，天然状态下的风积沙是松散单颗粒状态，颗粒间的分子引力几乎为零，依靠其中水的含量来抵消颗粒间分子引力的存在，仅当沙粒处于潮湿状态，颗粒间产生毛细作用力时，含水量才会起作用。1) 含水量较低时，水具有润滑作用；2) 在一定含水量(含水量<12%)情况时颗粒间产生毛细作用，不利于压实；3) 含水量较大(含水量=13.8±1%)时，消除了毛细作用力，利于风积沙的击实；4) 沙中含水量继续增大时，由于水的不可压缩性，水不能及时排除，冲击击实作用产生的作用力被水吸收不利于压实。所以风积沙在完全干燥状态和某一特定含水量状态时，都可以达到最佳的压实效果。

(三) 路基填筑施工工艺(水坠法)

按设计要求路基填筑前应进行重型碾压地基处理，重型碾压选用自行式重型振动压路机，碾压面下1m深度范围内的土以地基系数K30和相对密度Dr满足基床以下路基的压实标准。

路基风积沙路基填筑施工工艺主要有“水坠法”。水坠法为使用机械设备将C组填料摊铺后利用水将填料密实，并使用机械设备辅助压实，采用水坠法进行工艺性试验，确定最终压实工艺。

路基填筑按照“三阶段、四区段、八流程”的工艺流程组织



测量放样绘制方格网

施工。自地表起至基床表层底每60cm于路堤边坡水平宽3.0m范围内铺设TGSG25-25土工格栅一层，为防止骨架护坡施工挖槽破坏格栅，采用骨架护坡时格栅外端距设计边坡坡面保持1.0m的水平距离。

1. 施工准备

(1) 采用推土机进行线路清表，清表厚度30cm，清除杂草、树根等。

(2) 做好施工机械检查及保养工作，保证工作的连续性。

1. 测量放样

施工前标出重型碾压的范围，路堤重型碾压处理范围为无排水沟时路堤坡脚线外4.0m，由测量人员根据设计坡脚线及加宽值往外延伸4.0m，作为重型碾压的施工范围。

按路基超填宽1m放出施工坡脚线，设置该层高程控制桩，间距10m。现场白灰绘制7m×8m方格网。

2. 上料摊铺、粗平。采用装载机直接上料，采用推土机进行摊铺、粗平。

3. 施做挡水堰。人工配合机械挡水堰，由人进行工修筑，尺寸为7m×8m，下底宽30cm，高度10~15cm。

(四) 灌水水坠

浇水的水头高度大于20cm，现场每个方格蓄水深度大于15cm时停止浇水，每个方格面积56m²，平均每格浇筑时间为31分钟，根据现场水泵8m³/30min的流量计算，每格需要浇水8.26m³，后期增加蓄水池新泵1台，流量为16m³/30min。停止浇水后10~15分钟内方格内水下渗结束未见积水。水下渗结束后立即检测现场含水率是否达到填料的饱和含水率23%（填料的饱和含水率由试验室测算得出），若未达到继续加水直至达到为止。



(五) 碾压压实

水坠结束后，由平地机整平，装载机碾压，碾压速度为7km/h，连续碾压2遍，碾压完毕后进行压实度检测。



(六) 试验检测

等待路基顶面碾压结束后取样检测干密度，计算相对密度，同时进行K30系数检测，不合格时应重新碾压，直至合格。



相对密度试验采用高度20mm的环刀进行环刀法试验操作时，无法取样，采用高度52mm的环刀取样过程中容易造成土样破损，切削取样过程因风积砂无粘结性不易成型，需多次取样才能获得合格样体且试验结果不稳定存在较大偏差。故现场采用以直径150mm灌砂筒进行灌砂法密度试验，在填筑30cm时直接进行相对密度的检测；在填筑60cm时为保证试验结果的准确性，挖除表面30cm厚的填料后，进行底部的相对密度试验检测。

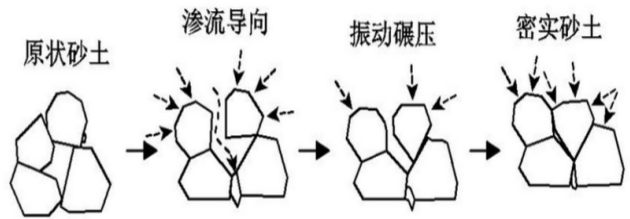
(七) 铺设土工格栅

双向土工格栅铺设时，纵向搭接长度30cm，铺设时不容许有褶皱，要拉紧，铺设后用U型铁钉加以固定。同样铺设土工格室时搭接接头按规范要求进行，呈梅花形布置，并用乙绳绳绑扎，联接牢固。铺设土工格栅时，土层表面应平整，不得有坚硬凸出物，铺好后及时填砂覆盖，避免受阳光长时间的直接暴晒。铺设完毕报验监理工程师后按照施工方案进行上料，人工配合机械对铺设土工格栅和土工格室进行保护，格栅和格室隔层铺设。控制路基本体不均匀沉降和水平位移。

三、水坠法施工作用原理及取得成果

(1) 作用原理

根据施工现场风沙路基的填筑施工实际情况及工艺参数，经过对比采取水坠法施工工艺简单，效率高，压实质量有效且成本降低。适合在风沙地区进行施工，具有很高的使用价值。经过作用机理分析，水坠法施工时因为砂达到饱和状态，多余的水分可以充分帮助砂粒微观结构重新组合，即使这样还是要采取碾压措施，否则无法密实砂粒的孔隙。



水坠法机理示意简图

(2) 对比分析

经过与普通风积沙路基填筑施工工艺流程方法对比，水坠法施工工艺在沙漠路基填筑施工中工艺简单，操作简便，施工灵活性强，且成本低，功效高，能够在施工中平行流水作业。施工不受料源影响，能够满足工期要求。

四、结束语

风积沙路基填筑工程采用水坠法配合机械压实工艺与传统路基施工的工艺有所不同的填筑方式的施工试验，总结了风积沙的基本物理特性及参数指标，确定了最为有效的施工机械设备，确定了最优化的施工设备组合，确定出对风沙段路基填筑的标准施工方法。同时最强质量控制中具有很好的作用，减少因压实不足，含水率不饱等质量通病的出现。更为合理的技术参数，用以指导后续风沙段路基填筑施工作业具有一定的经验指导。

在提高企业的工项目技术管理工作和质量控制中具有很好的作用，带动企业技术技能革新，项目技术管理水平的提高，技术可攻关有着较强的推动力。解决项目施工一线难题，形成具有推广应运价值的改革创新成果。

参考文献

[1] 马耀疆,冯发言,程魁. 风积沙水坠地基处理实验及挤压法的工程应用[J]. 山西建筑, 2013 (14): 80-81.
 [2] 梁湘. 风积沙地带公路桥梁地基处理经验探索[J]. 中国科技博览, 2014 (29): 156.
 [3] 刘春喜. 风积沙路基水坠法施工工艺与质量控制[J]. 交通世界, 2018: 09-15.