

盐渍土地区路基填料易溶盐控制要点及施工中的应用

段泽伟

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 文章通过在中国西北地区公路路基盐渍土地区施工中, 路基填料易溶盐控制从增强检测人员检测业务水平、规定检测设备器具及溶液试剂选择、确认工程使用水源选择、确定料场探坑覆盖面积及探坑深度数量、明确路基取土点分层取样准确性及代表性、监控路基土料源取土地表土清除、确定挖装方式及取土部位和使用部位几方面阐述了盐渍土地区路基填料易溶盐控制要点及公路工程施工中控制要点及施工中的应用。

[关键词] 盐渍土; 路基; 易溶盐; 公路工程

DOI: 10.33142/ec.v7i5.11900

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

Key Points for Controlling Soluble Salts in Roadbed Filling Materials in Saline Soil Areas and Their Application in Construction

DUAN Zewei

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: This article elaborates on the control of soluble salts in roadbed filling soil during construction in saline soil areas of highway embankments in northwest China, including enhancing the professional level of testing personnel, specifying the selection of testing equipment and solution reagents, confirming the selection of water sources for engineering use, determining the coverage area and depth of trial pits in the material field, clarifying the accuracy and representativeness of layered sampling of roadbed soil points, monitoring the removal of topsoil from the roadbed soil source and sampling site, determining the excavation and loading method, and the application of soluble salts in roadbed filling soil in saline soil areas, as well as the control points and applications in highway engineering construction.

Keywords: saline soil; roadbed; soluble salts; highway engineering

新疆维吾尔自治区地处欧亚大陆腹地, 远离海洋, 属北温带大陆性干旱气候, 昼夜温差大。春旱多风, 夏季炎热, 秋季短暂, 冬季寒冷而漫长。降水量少, 蒸发量大, 多数地区气候干燥, 新疆天山以南气候情况尤为凸显。

盐渍土地区多分布在干旱或半干旱气候区, 降水量小, 蒸发量大, 年降水量不足以淋洗掉土壤表层累积的盐分。盐渍土的盐分随季节变化, 夏季降雨集中, 土壤产生季节性脱盐, 而春、秋干旱季节, 蒸发量大于降水量, 又引起土壤积盐。各地土壤脱盐和积盐的程度随气候干燥度的不同有很大差异。所处地形多为低平地、内陆盆地、局部洼地以及沿海低地, 这是由于盐分随地面、地下径流而由高处向低处汇集, 使洼地成为水盐汇集中心。但从小地形看, 积盐中心则是在积水区的边缘或局部高处, 这是由于高处蒸发较快, 盐分随毛管水由低处往高处迁移, 使高处积盐较重。水文地质条件也是影响土壤盐渍化的重要因素。地下水埋深越浅和矿化度越高, 土壤积盐越强。

干旱地区的深根性植物或盐生植物, 能从土层深处及地下水中吸收水分和盐分, 将盐分累积于植物体中, 植物死亡后, 有机残体分解, 盐分便回归土壤, 逐渐积累于地表, 因而具有一定的积盐作用。还有不少生物能在其体内合成生物碱, 有的还能将盐分分泌出体外, 如生长在荒漠

地区的胡杨、龟裂土表的兰藻等。

盐渍土对公路的危害主要是由硫酸钠引起的盐胀和溶蚀, 因为硫酸钠溶解度对温度的变化反应敏感, 具有随气温变化而变化的特点。随着气温的降低硫酸钠结晶析出体积膨胀增大, 造成路基局部鼓起、开裂; 随着温度的升高或者在有水作用时, 硫酸钠的结晶水被析(脱水)出或者溶于水中, 这时体积变小, 造成路基局部松散、塌陷, 从而破坏了土体结构, 造成路基、边坡及路肩表层的疏松、多孔, 致使道路损坏。

此次项目背景为 S319 线布尔津至吉木乃口岸公路项目第一合同段项目。公司既要打造中建优质工程, 要求克服运距长、料源差不利的施工条件和设计要求高等客观因素, 项目要求路基填料易溶盐合格率达到 95% 以上, 确保路基工程质量满足标准、设计要求。为了确保路基施工到验收合格率, 我们从多方搜集路基工程支持资料, 并在现场进行实时监督、检测。对已完成的局部段落进行路基填料易溶盐调查, 施工段落 K21+380-K21+580 溶盐检测合格率偏低, 随后查阅了类似工程项目合格率情况, 对其进行统计和比较。调查发现本项目已完成路基填料易溶盐合格率低于其他工程项目, 从多个方面进行分析, 得出可能影响易溶盐超标的多种原因, 从以下几方面进行分析解决。

1 检测人员检测业务水平

首先：项目组织对现行 JTG/T 3610-2019《公路路基施工技术规范》、JTG 3430-2020《公路土工试验规程》、XJTJ01-2001《新疆盐渍土地区公路路基路面设计与施工技术规范》《新疆公路施工标准化手册第二册路基工程》进行培训学习。认识易溶盐分类，根据《新疆盐渍土地区公路路基路面设计与施工技术规范》XJTJ01-2001

(1) 盐渍土按含盐性质分类：氯盐渍土、亚氯盐渍土、亚硫酸盐渍土、硫酸盐渍土、碳酸盐渍土。

(2) 盐渍土按盐渍化程度分类：弱盐渍土、中盐渍土、强盐渍土、过盐渍土。

(3) 盐渍土按土的盐胀性分类：非盐胀性土、弱盐胀性土、盐胀性土、强盐胀性土。

其次：特别针对专业检测操作人员，对路基填土易溶盐成因，从气候、地形水文地质、母岩结构、植被覆盖方面进行详细讲解，对既定料场盐渍土分布概率及易溶盐对路基病害及影响，聘请专家进行专业人员培训，提高盐渍土病害对路基质量影响的认识心态，从而从“心”认识到易溶盐控制的重要性，在检测过程中和施工过程控制中，做到用心对待，认真对待，实事求是对待的责任态度^[1]。

再次：盐渍土检测过程中培训，主要内容汇总以下：前期准备：

(1) 在标定和使用标准滴定溶液时，滴定速度一般应保持在 6mL/min~8mL/min。

(2) 称量工作基准试剂的质量小于或等于 0.5g 时，按精确至 0.01mg 称量；大于 0.5g 时按精确至 0.1mg 称量。

(3) 制备标准滴定溶液的浓度应在规定浓度的±5% 范围以内。

(4) 标定标准溶液的浓度时，需进行两人试验，分别做四平行，每人四平行标定结果相对极差不得大于相对重复性临界极差 $(C_{\max}-C_{\min})/C$ 平均≤重复性临界极差 [Cr95(4)]，即 0.15%；两人八平行标定结果相对极差不得大于相对重复性临界极差 $(C_{\max}-C_{\min})/C$ 平均≤[重复性临界极差 [Cr95(8)]，即 0.18%。在运算过程中保留 5 位有效数字，取最终结果时取 4 位有效数字。

(5) 溶液应在 环境 20℃（体积校正）中保存且不超过 2 个月，贮存溶液的容器，其材料不应与溶液起理化作用，壁厚最薄处不小于 0.5mm。

在制备过程中特别注意以下几点

(1) 水土比：1:5 的水土比不能任意改变，否则结果无法对比；

(2) 水：必须使用无 CO₂ 的蒸馏水提取盐分；

(3) 震荡时间：不宜过长，3min 立即过滤；

(4) 浸出的待测液不能放置时间过长：制备好浸出液后应立即进行测定，否则大气中的 CO₂ 的侵入或浸出液 PH 的变化引起释出 CO₂ 释出而影响 HCO₃³⁻、CO₃²⁻、Ca²⁺、Mg²⁺

的测定。

易溶盐检测中总盐和 HCO₃³⁻、CO₃²⁻、CL⁻、SO₄²⁻、Ca²⁺、Mg²⁺、Na⁺、K⁺；工程路基用土俗称的“总盐+八大离子”操作具体步骤按照 JTG 3430-2020《公路土工试验规程》中第 33 章化学成分试验进行。

最后：进行模拟试验及书面考核，确保检测人员理论知识和实际操作达到相应的技术水平，有效减小“人”方面的误差、避免检测结果判定错误的风险。

2 检测设备器具、溶液试剂选择

针对此项对已配置的滴定玻璃器具、工程用离心式离心机、万分之一分析天平、振荡器等主要设备，试验室根据施工队伍情况配置不少于一套并配置足量辅助器具和耗材，仪器设备经有资质的计量单位进行校准计量。尤其对使用的化学药品严格要求性质，分析纯、化学纯、优级纯选择特别注意使用阶段。在易溶盐试验中，一般用分析纯，但是标定溶液选用基准试剂或优级纯配制，硝酸银标准溶液用基准试剂配制、用基准试剂配制的溶液浓度可不用标定，根据溶质的质量和容量瓶的体积计算，这种方法为直接配制法。硫酸标准溶液、EDTA 标准溶液配制完成后要用其他基准物质来确定其浓度，即标定，这种方法为间接配制法。此项为减小“机”方面对检测结果误差，并保证设备数量满足项目路基施工队每天计划填土任务，避免因为设备不足检测进度影响施工进度，出现遗漏的情况出现。

3 工程使用水源选择

路基压实洒水碾压工艺用水，借鉴 JTG/T F20-2015《公路路面基层施工技术细则》和 JGJ 63-2006《混凝土用水标准》，在新疆地区尤其是在南疆地区，地下水水质较差、水分蒸发量大，在传统路基“整平—洒水—碾压”施工工艺和缺水地区路基“闷料—整平—碾压”施工工艺。通常会在路基成型表面层出现我们常见白色“白斑”，是由路基水过度集中加水分极速蒸发和碾压层水分毛细水上升所引起。从而引起路基施工填土局部易溶盐不合格的情况。在盐渍土严重地区地下水使用土的易溶盐总量检测方法步骤检测，只是地下水检测含量可溶物可达到 0.5% 以上。

因此根据现场勘查和图纸要求对预计使用多处水源送到有资质的第三方检测单位进行外委检测，尤其对水源中蒸发含量、氯离子含量、硫酸根含量这几项项目结果需特别关注，选择满足工程用水的要求前提下使用检测结果偏低的水源，避免“料”方面的对易溶盐检测结果的影响^[2]。

4 料场探坑覆盖面积、探坑深度数量

按照《新疆公路施工标准手册 第二册 路基工程》第 1.3 条要求，对设计场地按照边长 100m-150m 等边三角形全覆盖划分区域，对每个等边三角形交点进行探坑挖掘。通过实际检测结果对比设计图纸数据比较确定土场有效使用率和料源易溶盐情况分布初步分析。此目的为确保前期勘察、检测数据覆盖性，确定不同层次原状土性质，从

而对其是否合格或使用在路基填土不同层位作前期预估准备,在实际工作开展中根据设计给定方量和面积,并结合实际使用量计算取土深度,按照计算深度挖取合理的探坑深度。一般情况比计算深度多 0.5m-1.0m,确保后期取土过程中出现超深使用未知土样的情况。此项工作是“料”方面控制中的重要措施,也是施工前准备最重要的一环。

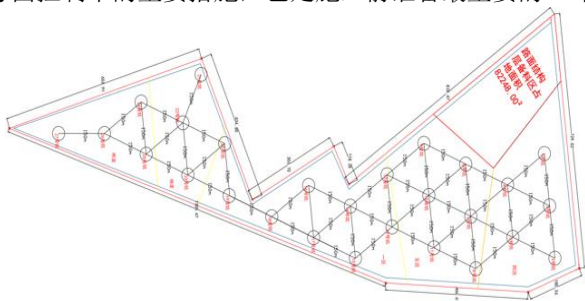


图1 项目使用土场平面布局示意图

5 分层取样准确性代表性

取土场每处探坑从原始地表开始计算,按照 0-5cm, 5-25cm, 25-50cm, 50-75cm, 75-100cm, 100cm 以下按照每 50cm 从上到下的顺序分层取样,按照取土深度 5%、20%、25%、25%、25%比例计算平均易溶盐含量。在后期施工检测过程中不可能只取 1m 土层使用,按照每米占挖掘深度占比加权平均计算比较合理。如设备一次取土深度一般为 4m,地表下 1m 范围按照上述计算土层易溶盐含量后,混合层按照地表下 1m 取土深度 25%,以下每 50cm 占比 12.5%进行易溶盐含量计算;即: $H_{0-1} \times 25\% + H_{1-2} \times 12.5\% + \dots + H_{7-8} \times 12.5\% = H_{\text{总含量}}$ 。

6 料源取土地表土清除

使用前料场清表深度及弃土地点,依据施工图纸并结

合检测结果确定清表厚度。清除土按设计图纸移至沿线防护导流坝位置处,多余移至设计弃土场。依据设计图纸和外委检测结果,确认土场平均清表厚度为 0.75m。我们在取土场中选择两个代表性区域分别用挖掘机不同清表厚度位置,取土混合后进行易溶盐总量检测,清表 50cm 易溶盐总量平均值高于清表 100cm 易溶盐总量 3.2 倍。清表深度对易溶盐总量影响较大。表明地表土越浅易溶盐含量越高,也表明地表土清除的必要性。在后续施工过程中严格按照清表深度清除地表土,并拉运到指定位置,确保“废土”不与计划用土混合。并在施工过程中不定时监督,对未清表区域土坚决制止使用在路基工程填筑。

不同层次易溶盐检测结果见下表 1:

7 确定挖装方式、取土部位和使用部位

运输车载装料过程中确定挖斗铲挖掘位置,与操作人员现场指导交底。装挖运输车辆时按照指定层次从下到上整断面挖运,保证装料位置层次、位置的合理,使用指定层次部位用土。路堤部分使用相对含盐量高的弱盐渍土,路床部分使用非盐渍土。

在项目料场中根据检测结果清表后 200cm 范围内有弱盐层,保守期间 200cm 范围内土层用于路堤填筑及 80cm 以下可用使用,200cm 以下为非盐渍土可用于路床填筑使用。经现场 200cm 以上土层混合取样、200cm 以下混合取样、整个土层混合取样检测,检测结果如表 2:

从结果反馈情况不同土层易溶盐检测数值结果综合分析: $B < C < A$,不同土层填料易溶盐总量影响较大。

取土场中不同土层用于路基不同层次,挖掘方式按照方案一:固定层一次性装满斗铲;方案二:预定土层从下向上整断面取土,检测结果如表 3:

表1 不同层次易溶盐检测结果

位置	取土场 1 区 (%)										平均值
50cm 深度	1.361	1.383	1.308	1.330	1.369	1.311	1.269	1.301	1.323	1.296	1.325
100m 深度	0.428	0.409	0.411	0.397	0.432	0.391	0.410	0.377	0.384	0.413	0.405
位置	取土场 2 区 (%)										平均值
50cm 深度	1.371	1.351	1.292	1.283	1.321	1.269	1.276	1.311	1.283	1.269	1.306
100m 深度	0.333	0.361	0.341	0.329	0.401	0.398	0.432	0.468	0.491	0.462	0.395

表2 土层混合取样检测结果

位置		取土场									
A	200cm 以上	0.520	0.417	0.567	0.145	0.587	0.354	0.761	0.817	0.457	0.398
B	200cm 以下	0.354	0.254	0.269	0.324	0.317	0.269	0.398	0.447	0.218	0.354
C	混合层	0.469	0.388	0.447	0.318	0.333	0.347	0.547	0.606	0.414	0.268

表3 预定土层检测结果

项 目	检测结果 (%)										变异系数
方案一	0.439	0.452	0.501	0.463	0.536	0.468	0.468	0.472	0.481	0.481	5.7%
方案二	0.423	0.463	0.461	0.452	0.469	0.472	0.481	0.474	0.469	0.441	3.8%

通过检测结果发现,虽然易溶盐总量平均值相差不大,但是方案一离散性偏高,数据不均匀。对于整体数据,易出现不合格检测值^[3]。

8 结语

在后续路基施工填筑过程中针对以上七个方面,采取针对性的措施。对已完成路基工程进行易溶盐的取样及试验检测工作,共检测点数100点,合格点数98点,合格率达到98%。通过以上措施有效提高了路基填料质量,解决了项目路基填料易溶盐合格率偏低的问题,保证了路基施工质量合格率。对控制方法进行推广,应用到项目其他队伍中进一步完善和巩固,保证项目路基验收通过奠定了良好的基础。

[参考文献]

- [1]张莎莎,王旭超,杨晓华,等.含盐施工用水对路基填料工程特性的累加效应[J].交通运输工程学报,2020,20(6):11.
 - [2]刘立军.盐渍土地区路基隔断层施工工艺[J].黑龙江交通科技,2021(08):044.
 - [3]朱冠平.浅议盐渍土公路路基病害处理[J].科技致富向导,2012(2):6.
- 作者简介:段泽伟(1983.1—),毕业院校:湖北工业大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆北新路桥集团股份有限公司,职务:新疆北新科技创新咨询有限公司检测中心道路交安所所长,职称级别:工程师。