

沙漠砂贫混凝土在变电站塌陷治理中的应用*

杜 伊¹, 杨宝平², 王宏涛¹, 康亚明³

(1. 宁夏超高压电力工程有限公司, 宁夏 银川 750001; 2. 宁夏跃元工程有限公司, 宁夏 固原 750000; 3. 北方民族大学机电工程学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 变电站内地下电缆沟槽纵横交错, 而电缆沟本身空间狭小, 这导致传统的回填方法无法夯实, 且传统的回填土抗冲刷能力差, 导致后期出现了不均匀沉降和因冲刷而诱发的塌陷。针对这种沉降和塌陷, 以月牙湖 330kV 变电站塌陷治理为依托, 提出一种有针对性的施工方法, 也就是通过制备可以自密实的沙漠砂贫混凝土浆液, 对这些狭小坑道进行灌注, 解决了无法夯实的问题, 且沙漠砂贫混凝土浆液固化后具有较强的抗冲刷能力, 避免了后期使用中的冲刷塌陷, 减小了维护频率。

关键词: 沙漠砂贫混凝土; 自密实; 冲刷塌陷; 不均匀沉降; 快速治理; 综合效益

中图分类号: TU755

文章编号: 1009-3842 (2021) 03-0018-04

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Settlement of Substation Based on Self-dense Desert Sand-poor Concrete

DU Yi¹, YANG Bao-ping², WANG Hong-tao¹, KANG Ya-ming³

(1. Ningxia Ultra High Voltage Power Engineering Co. Ltd, Yinchuan 750001, Ningxia, China; 2. Ningxia Yueyuan Engineering Co. Ltd, Guyuan 750000, Ningxia, China; 3. School of Electromechanical Eng., North Minzu University, Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract: The underground cable grooves in the substation are crisscrossed, and the space of the cable trench itself is narrow, which leads to the traditional backfill method can not be rammed, and the traditional backfill has poor scour resistance, resulting in uneven settlement and erosion induced collapse in the later stage. Based on the settlement and collapse of 330 kv substation in Yueya Lake, a targeted construction method is put forward, that is, by preparing self-compacting desert sand poor concrete slurry, these narrow tunnels are poured. It solves the problem that the desert sand poor concrete slurry has strong scour resistance to avoid scour collapse and reduces maintenance frequency.

Keywords: desert sand poor concrete; self-compacting; scour collapse; uneven settlement; rapid governance; integrated benefits

1 引言

变电站在建设和后期运行过程中, 常伴有独立基础或电缆沟周边塌陷、不均匀沉降等问题, 这些问题并非是事前设计的不合理, 而是传统的回填方法无法夯实, 且传统的施工方法施工速度慢、劳动强度高、综合效率低。后期维护过程中变电站又处于带电状态, 常规的带电设备在维修过程中存在隐患。针对这种现状, 本文提出一种新的施工思路, 也就是对

这些不具备夯实的狭小空间采用灌浆的方式回填, 浆液为沙漠砂贫混凝土, 在适宜的水灰比下可以实现自密实。为了消除变电站内带电作业可能引起的潜在放电风险, 将沙漠砂贫混凝土浆液制备设备放置在变电站外, 将制备浆液用泥浆泵通过管道输送到上述坑道中, 借助于其自密实特性, 可以避免因压实度不够而引起的回填质量无法保证等问题, 降低了场内带电设备作用时放电风险, 降低了后期维护费用, 提高了施工速度, 降低了劳动强度, 提高了综合效益。

收稿日期: 2021-04-08

* 基金项目: 北方民族大学校企联合横向项目(2102000247)

作者简介: 杜伊(1985-), 男, 宁夏银川人, 工程师, 主要从事变电工程管理等各方面的工作。E-mail: 306942976@qq.com

2 沙漠砂自密实贫混凝土的制备技术

2.1 配合比设计

贫混凝土是指用较少量水泥的混凝土, 一般每方水泥含量为 100~200kg, 故又称之为经济性混凝土^[1-4]。兼顾技术参数和经济指标, 本次配合比给出四种配合比, 也即沙灰比分别为 11:1.5、11:2.5 和 11:3。水泥掺量的高低对强度有直接影响, 但是对于基坑、电缆沟、管廊等的回填, 决定回填效果的并非是强度不足, 而是压实度不够引起的不均匀沉降, 故掺入少量水泥即可满足强度要求。

2.2 标准试块的制作

本试验中沙漠砂为毛乌素沙漠边缘的沙漠沙, 该沙漠沙中泛红, 是因含有风化后的红粘土。按照上述配合比, 分别制作了一批试块, 48h 后脱模, 脱模后置于标准养护箱中养护 28d^[5-6]。见图 1、图 2。



图 1 不同配合比沙漠砂自密实贫混凝土试块的制作



图 2 试块的标准养护

2.3 基本物理力学参数

养护好的试块在烘箱中 70℃ 烘干 48h 后称重, 若 2h 内质量无变化, 认为已经烘干。然后称重测出其干密度, 并置于水中饱和 48h 后测其饱水质量, 换算出其体积和质量含水率; 利用力学试验机分别测出干燥和饱和时的单轴抗压强度, 这些基础数据汇总后如下表 1 所示。

表 1 自密实沙漠砂贫混凝土的基本物理力学特性

沙灰比	11:1.5	11:2.5	11:3	备注
水泥含量 / (kg/m ³)	182	296	351	不同等级混凝土中水泥含量与弹性模量 E 的参考值: C10, 水泥 230kg/m ³ , E=17.5GPa C20, 水泥 330kg/m ³ , E=25.5GPa C25, 水泥 372kg/m ³ , E=28.0GPa C30, 水泥 461kg/m ³ , E=30.0GPa
水泥含量 / %	12.0	18.5	21.4	
干密度 / (kg/m ³)	1515	1600	1640	
体积吸水率 / %	20.0	19.5	14.0	
质量吸水率 / %	13.2	12.2	8.53	
单轴抗压强度 / MPa	2.18	5.58	6.73	

从表 1 可以看出, 沙漠砂自密实贫混凝土有以下几个特征:

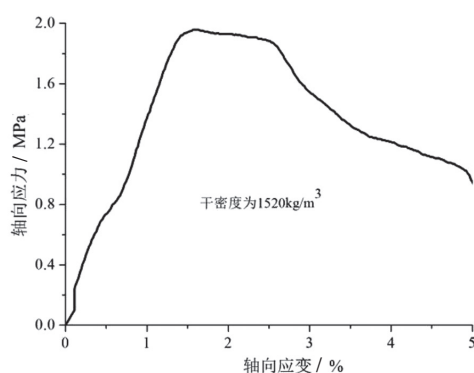
(1) 随着水泥含量的增大, 干密度随之增大, 吸水率随之下降, 这是水泥含量增加而密实度提高的表现;

(2) 水泥含量增加虽然强度有所提高, 但材料成本也随之增加, 根据本次实验和现场压实土的要求, 沙灰比控制在 11:2.5 以内即可, 既考虑了技术指标, 又考虑了经济指标。

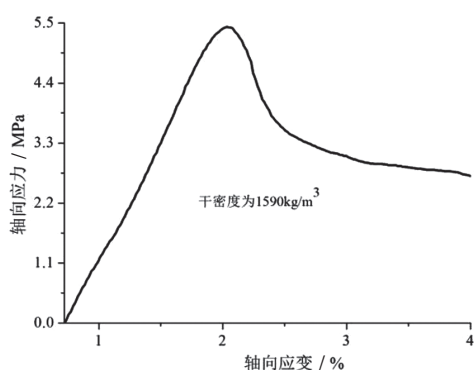
2.4 沙漠砂自密实贫混凝土试块的应力 - 应变曲线

沙漠砂贫混凝土“有混凝土之名, 而无混凝土之实”, “有名”是制备方法与后期养护与普通混凝土相似, “无实”是其强度、刚度和孔隙特征以及吸水率等与普通混凝土截然不同, 其力学特征介于软岩和硬土之间^[7-8], 这里给出几种沙灰比时的应力 - 应变曲线, 见图 3。

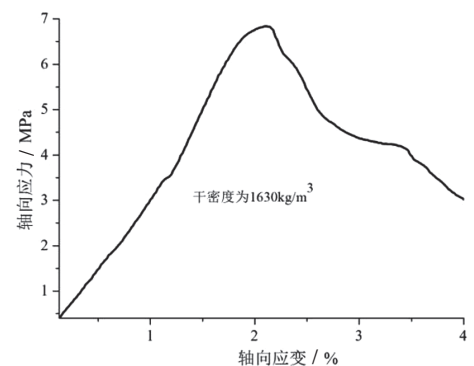
从图 3 可以看出, 随着沙灰比的增大, 水泥含量增大后除了贫混凝土强度的提高, 峰值后应变下降的斜率开始增加, 表示脆性开始增大。



(a) 沙灰比为 11:1.5



(b) 沙灰比为 11:2.5



(c) 沙灰比为 11:3

图 3 不同沙灰比时的应力-应变全过程曲线

3 现场工程应用

月牙湖 330kV 变电站工程是 2005 年宁夏电力公司重点建设的项目,它的建成对宁东火电基地负荷供电和宁夏电网 220kV、330kV 电网联络具有重要价值,其地理位置处于毛乌素沙区内,该沙区主要位于鄂尔多斯高原与黄土高原之间的湖积冲积平

原凹地上。各种第四系沉积物均具明显沙性,松散沙层经风力搬运,形成易动流沙,给公司在施工技术上带来了很大程度的考验。整个基坑内全部为细干沙,流动性极强,基坑开挖时边挖边坍,基坑不易成型。

变电站建成后的十余年里,独立基础由于空间狭小而无法夯实,故因回填土压实度不够而出现了不均匀沉降。另外,电缆沟附近的回填土在雨水的长期冲刷下,因回填土的流失而出现明显的塌陷。现场的相关照片如图 4 所示。

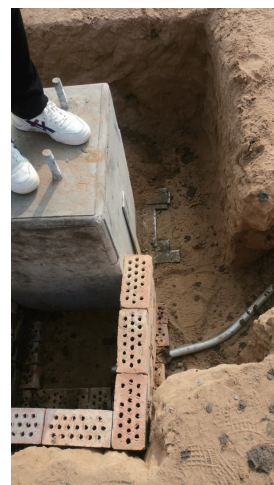


(a)

(b)



(c)



(d)

图 4 纵横交错的电缆线沟槽

针对这些问题和病害,若用传统的回填方法再次夯实回填,若干年后还会出现类似的问题。为此,本文经过实地考察后尝试就地取材,用变电站内的沙漠砂和少量的水泥,制备沙漠砂自密实贫混凝土浆液,通过灌浆的方法来实现自密实,浆液凝固后具有较大的强度和空间刚度,可以彻底消除因压实度不够而诱发的不均匀沉降,更主要的沙漠砂贫混凝土凝固后具有很强的抗冲刷能力,这对电缆沟周边的回填非常有利,可以彻底消除长期雨水冲刷而诱发的塌陷。



(a) 沙漠砂贫混凝土浆液的制备



(b) 自密实回填

图5 某电缆线沟槽的自密实回填试验

4 结束语

通过本文的室内试验和现场应用示范, 主要结论有:

(1) 沙漠砂自密实贫混凝土进行灌注回填后, 其凝固后具有整体性和数倍于传统压实土的空间刚度, 可消除传统因不易夯实而引起的不均匀沉降;

(2) 沙漠砂自密实贫混凝土凝固后强度数倍于传统的压实土, 具有很强的抗冲刷能力, 可以避免电缆沟周边回填土因冲刷而诱发的塌陷;

(3) 沙漠砂自密实贫混凝土回填可显著提高回填速度, 施工过程机械化程度高, 可明显降低工人劳动强度, 缩短施工周期, 具有较为明显的综合效益。

参考文献:

- [1] 韩胜, 刘帮平, 司俊, 等. 填石路基采用贫混凝土加固方法的研究[J]. 四川水泥, 2020(11):47-48.
- [2] 李超. 碾压式贫混凝土基层拌和设备选型及施工探讨[J]. 工程机械与维修, 2020(6):60-61.
- [3] 乔琳. 贫混凝土基层厚度对路面结构应力的影响分析[J]. 北方交通, 2020(1):50-53.
- [4] 李思李, 田波. 基于温度影响的水泥混凝土路面层间接触状态研究[J]. 公路交通科技, 2020, 37(12):9-14.
- [5] 中华人民共和国交通运输部. JTGD40—2011, 公路水泥混凝土路面设计规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50010—2015, 混凝土结构设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2020.
- [7] 康亚明, 丁涛, 贾延, 等. 具有软岩硬土性质的 EPS 混凝土的变形特征研究[J]. 混凝土, 2018(4):16-18, 21.
- [8] 牛晟, 康亚明, 陈静波, 等. 沙漠砂 EPS 轻质混凝土的制备及其力学特征研究[J]. 混凝土, 2020(3):146-149.