

中国工程建设团标《硬质地面种植结构土应用技术规程》解析

张敬沙¹ 方海兰^{1,2*} 周建强¹ 赵博文¹

(1.上海建工环境科技有限公司; 2.上海辰山植物园)

摘要: 中国工程建设标准化协会于2023年1月16日正式发布了T/CECS 1247-2023《硬质地面种植结构土应用技术规程》，该标准已于2023年6月1日起正式实施。本文主要基于我国传统硬质地面种植存在的问题和种植结构土的技术特点及生态效应，阐述了T/CECS 1247标准编制的背景意义，并详细介绍了标准的主要技术内容，旨在促进并规范种植结构土技术的推广应用，为我国硬质地面种植技术和景观提升提供新标准和新技术，助力我国城市生态环境、海绵城市和无废城市等建设。

关键词: 园林绿化，硬质地面，种植结构土，评价体系，技术规程

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2023.12.017

Analysis of China's Engineering Construction Association Standard Technical Specifications for Application of Planting Structural Soil on Hard Ground

ZHANG Jing-sha¹ FANG Hai-lan^{1,2*} ZHOU Jian-qiang¹ ZHAO Bo-wen¹

(1. Shanghai Construction Environmental Technology Co., Ltd.; 2. Shanghai Chenshan Botanical Garden)

Abstract: On January 16, 2023, China Engineering Construction Standardization Association officially issued T/CECS 1247-2023, Technical specifications for application of planting structural soil on hard ground, which has been formally implemented since June 1, 2023. Based on the problems existing in the traditional hard ground planting in China and the technical characteristics and ecological effects of planting structure soil, this paper expounds the background significance of the compilation of T/CECS 1247 standard, and introduces the main technical contents of the standard in detail, aiming to promote the wide use of the standard, and promote the popularization and application of planting structure soil technology. It provides new standards and new technologies for hard ground planting technology and landscape improvement in China, and can help the construction of urban ecological environment, sponge city and non-waste city in China.

Keywords: landscaping, hard ground, planting structure soil, evaluation system, technical specification

1 标准编制的背景及意义

随着我国城镇化的快速发展，城市被大量房

屋、道路、公共广场、停车场或步行街等硬质地面所覆盖，逐步形成了以硬质地面为主的城市生态系统^[1]。城市硬质地面的剧增不仅加剧城市内涝，还

基金项目: 本文受上海市科委长三角科技联合攻关项目“基于长三角海绵城市建设的有机覆盖物安全应用和技术创新及示范”(项目编号:21002410400)资助。

作者简介: 张敬沙，工程师，主要从事土壤环境生态整治、有机废弃物循环利用。

方海兰，通信作者，教授级高工，博士，主要从事土壤环境生态整治、有机废弃物循环利用等。

周建强，工程师，主要从事土壤环境生态整治、有机废弃物循环利用等。

挤压了有限的城市绿化空间,硬质地面绿化种植成为城市绿化不可或缺的重要组成部分^[2]。传统的绿化种植无法满足硬质地面种植需求,地面严严压实、高度密封的土壤阻碍着城市园林植物的正常生长;另一方面,硬质地面绿化空间狭小,严重影响着植物根系的正常生长,致使很多植物的根系生长畸形或难以生长,导致植物早衰或死亡,同时,根系的畸形生长还会拱起破坏地面,危及周遭建筑设施或行人安全^[3]。缺乏生根空间是影响行道树吸收水分和营养的主要限制因素,城市树木要达到一定的种植规模,实现应有的功能和效益,就需要有更大的土壤体积^[4]。

针对上述问题,美国康奈尔大学Grabosky和Bassuk等早在20世纪九十年代就研发了种植结构土技术,其原理就是将土壤、种植结构土骨料、土壤改良剂、土壤增黏剂按一定比例均匀混合并用于铺装在硬质地面种植外穴中的土壤混合物,能承载一定压力,拓展种植内穴树木生长空间,提供植物生长养分^[4,5]。种植结构土技术综合效益显著,它不仅能改善硬质地面植物生长地下生境,为植物根系提供更广阔的空间,满足植物生长所需的基本条件;还可满足地面承载要求并减少硬质地面维护;同时入渗率高达500mm/h以上,可起到较好排水和雨水蓄积作用,能降低硬质地面地表径流,降低绿化养护30%左右的浇水量;结构土原材料来源广泛,可以根据各地实际情况就地选材,结构土安装后一般不需要专门的养护^[1,2]。正因为种植结构土技术具有以上优点,它作为一项新型环保绿化技术在当今极力倡导城市可持续发展的背景下受到了广泛关注^[1]。其中,美国不仅出台了种植结构土的全美行业标准,还推出了自有的认证品牌CU-SOIL (Cornell University Construction Soil)^[6];该技术还在澳大利亚、加拿大、荷兰、法国等发达国家有着较为广泛的应用和发展^[1]。种植结构土技术在我国应用起步较晚,2010年才随着上海迪士尼建设引入我国大陆,在上海人口密度大、硬质地面种植问题更为突出,因此,针对不同立地条件、不同树种和不同材质和粒径结构土配比的试验得到较好研究和应用^[7-9],2019年11月还

发布了上海市地方标准DB 31/T 1198-2019《硬质路面绿化用结构土配制和应用技术规范》^[10]。虽然DB 31/T 1198较为全面地规范了绿化种植用结构土配制和应用的关键技术要领和施工步骤,但该标准作为一项地标,其适用范围仅局限于上海市地区,限制了该标准在全国的推广应用。基于此,2023年1月16日正式发布并于6月1日起正式实施的中国工程建设团标T/CECS 1247-2023《硬质地面种植结构土应用技术规程》(后简称《规程》)^[11,12],则从全国不同立地条件、拓宽原材料来源等角度充分考虑种植结构土技术在全国的适用性,不仅弥补了全国性相关领域的空缺,也为种植结构土在全国规范化推广应用提供了技术指导。

2 《规程》主要内容

《规程》总结全国各地编制组成员在种植结构土研发、设计、生产、施工、维护和管理经验,如:不同材料对种植结构土性质和效果的影响;种植结构土异位配制和原位配制施工工艺对比;以及各地不同气候条件下,种植结构土原材料选择、设计要求、施工工艺和维护等方面的不同要求等,形成规范性的技术条款,并注重与其他标准之间的衔接,规范种植结构土的应用。具体如下。

2.1 拓宽种植结构土原材料来源并建立完善的质量评价指标体系和质检方法

一直以来,可供选择的种植结构土原材料种类繁杂,且无统一的选择要求,针对不同园林工程的绿化和成本控制要求,所选择的原材料也不同。DB 31/T 1198将用于生产结构土的原材料大致划分为石块、土壤、黏结剂和调理剂4种,并对其外观形状、pH、材料质地等指标进行简要规定^[10],不仅原材料的来源面较窄,而且与相关标准之间的衔接度也不够。当下,随着我国绿色经济的不断推动和研究的不断深入,特别是“无废城市”建设理念的兴起,各种可供选择和替代的种植结构土原材料种类越来越多,其组成成分也越来越复杂。T/CECS 1247不仅拓宽了种植结构土的原材料来源,并建立了一套完整的评价指标体系和质检方法。

(1)《规程》将种植结构土的原材料主要划分为土壤、骨料、土壤改良剂和增黏剂4大类。其中土壤中特别强调了淤泥用作结构土壤原材料的可行性;在种植结构土原材料中,《规程》用“骨料”替代了DB 31/T 1198“石块”,将种植结构土中起支撑作用的原材料不局限于石块等天然骨料,还拓展到陶粒、红砖以及建筑垃圾中不含强碱性物质的石块或砖瓦加工而成的再生骨料,为废弃物资源化利用提供新途径。

(2)《规程》在原有相关标准基础上,综合考虑不同原材料来源情况、成分状况、质量特征以及应用条件等,并结合当下实际绿化工程需求,建立了土壤、种植结构土骨料、土壤改良剂、土壤增黏剂4种原材料到最终的成品的评价指标体系(具体见表1)。并根据指标的重要程度,划分成第1类评价指标和第2类评价指标。

(3)《规程》确定了种植结构土原材料和成品质检的规则。包括质检指标、抽样频率、混合取样点数和取样量及质量评定规则等等。规定不管是种植结构土原材料还是成品,第1类评价指标中任何一项指标不合格则判定不合格;第2类评价指标则放宽到80%的样品指标合格、且指标超幅在标准值 $\pm 10\%$ 以内。

(4)考虑到种植结构土应用涉及的专业和行业较多,《规程》注重与已经颁布实施的标准之间的衔接。如:土壤控制指标的设定主要参考CJ/T340《绿化种植土壤》^[13]的相关规定;骨料的控制指标主要参考GB/T14685《建设用卵石、碎石》^[14]的相关规定;土壤改良剂的控制指标主要参考

GB/T 33891《绿化用有机基质》^[15]和GB/T 31755《绿化植物废弃物处置和应用技术规程》^[16];土壤增黏剂的控制指标主要参考SY/T 5661《钻井液用增黏剂丙烯酰胺类聚合物》^[17]和GB/T 17514《水处理剂 阴离子和非离子型聚丙烯酰胺》^[18]。

2.2 从设计源头规范种植结构土的配制配方

种植结构土配方受原材料性质、种植树木种类、铺装地立地条件及降雨强度等多种因素的影响,因而在不同条件下,针对不同应用场景,结构土的配方有所不同^[1,8]。《规程》总结种植结构土已有的研究成果,在明确种植结构土骨料和土壤的体积比宜控制在3:1~5:1的基本配方基础上,分别就原材料不同性质、种植树木种类和立地条件等不同影响因素明确了种植结构土配方调整方案。如:针对不同土壤黏粒含量、骨料类型、骨料粒径、增黏剂的种类以及不同种植需求和降雨强度对种植结构土的配制需求,从设计层面提供菜单式的种植结构土配方优化方法和对策,为种植结构土现场的配制应用提供可操作、可复制的技术指导。

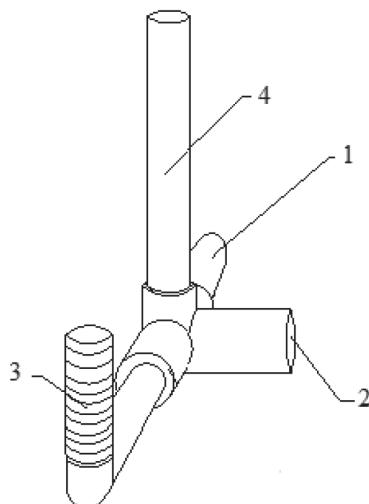
2.3 从设计源头规范种植结构土的铺装工艺

种植结构土铺装不同于一般的绿化种植,涉及到道路市政管道和绿化种植等交叉施工,其铺装质量水平直接关系到结构土的实际应用效果。为确保种植结构土的铺装质量,与传统绿化种植穴区分,《规程》专门提出了种植内穴和种植外穴概念,并从术语上进行明确,强调种植结构土应设计在种植外穴中。《规程》对种植结构土的设计面积、范围、形状、层次以及与市政排水管网、地下

表1 种植结构土原材料和成品质量评价指标及质控要求

原材料/成品	主控项目	质量评定要求
土壤	黏粒含量	第1类
	pH、EC值、有机质含量、重金属	第2类
骨料	形状、颗粒级配、堆积孔隙率	第1类
	压碎指标	第2类
改良剂	粒径、重金属、杂物	第1类
	pH、EC值、含水量、有机质、总养分、发芽指数	第2类
增黏剂	pH、氯化物、硫酸盐、丙烯酰胺单体	第1类
	水分、水不溶物、特性黏数	第2类
种植结构土成品	堆积孔隙率、黏粒含量	第1类
	pH、EC值、有机质	第2类

线缆和灌溉设施等衔接也进行了详细规定,为充分发挥种植结构土的排水功能,根据市政施工特点,专门设计了四通装置的示意图(如图1所示)。从顶层设计规划了种植结构土的铺装工艺。



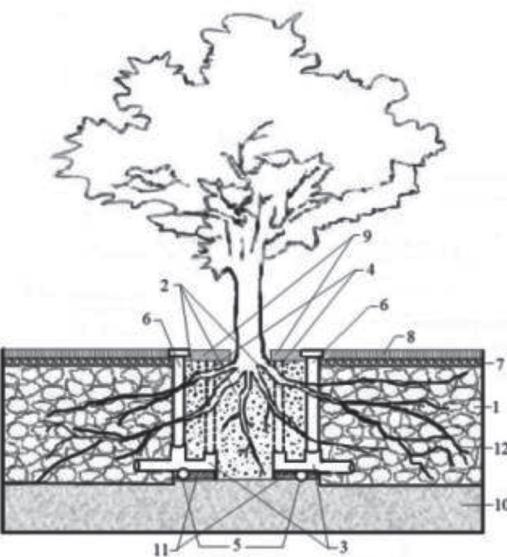
1—接水口; 2—接市政排水口或集(渗)水井;
3—排水盲管; 4—水位观测管

图1 种植结构土四通装置示意图

2.4 全方面规范种植结构土铺装施工过程

由于种植结构土技术进入我国时间较短,生产和回填铺装工艺等技术在我国应用尚不够成熟,同时由于种植结构土应用面相对仅局限于硬质路面种植,也导致其施工技术在我国尚未普及^[19]。《规程》在总结已有项目案例施工经验基础上,结合实际工程项目的施工条件、施工流程和需求,全方面地规范了种植结构土铺装施工过程的每个环节,包括种植穴开挖与构筑、成品的配制、成品储存与运输、结构土成品铺装、后续其他设施的铺装和树木种植等,其中成品配制还就原位配制和异地配制分别规定了适用条件和具体施工要求。《规程》在铺装工序中还强调了保留空间进行有机覆盖,在施工工序上与已经颁布实施的中国工程建设团标T/CECS 1255-2023《有机覆盖物应用技术规程》相协调^[20]。《规程》旨在从每个环节着手,层层把控,保证施工的高质量、可实施性以及低成本性,提高种植结构土的技术指导作用,而硬质地面种植结构土铺装示意图(如图2所示)则简单明

了地展示了种植结构土技术的应用效果。



1—种植外穴; 2—种植内穴; 3—四通装置; 4—排水管盲管; 5—接市政排水口或集(渗)水井; 6—水位观测管; 7—找平层; 8—硬质地面; 9—有机覆盖层; 10—底土; 11—混凝土; 12—树木根系

图2 硬质地面种植结构土铺装示意图

2.5 完善和规范种植结构土施工验收和后续养护环节

由于种植结构土技术进入我国的时间较短,目前对结构土的关注多集中于前期结构土配方研制、施工工艺研制等方面,对于结构土施工后续验收和养护实践经验积累不多,更未形成规范性的文字指南^[1,2]。如:上海市地方标准DB 31/T 1198仅在文本最后提到一项笼统的现场验收,如何养护未涉及^[10]。为此,《规程》根据园林绿化工程施工验收特点,结合结构土后续存在的一些问题,丰富并完善了结构土施工验收及后续养护内容。如:规定结构土施工验收时应提供施工图纸、施工合同、施工方案、技术交底文件、检测报告、现场照片、隐蔽工程验收合格记录等相关文件资料。根据结构土排水性能好的特点,规定了查看种植结构土的积水情况、有无塌陷、观测树木长势等后期养护的措施。《规程》确保结构土技术从设计-施工-验收-养护整个过程的闭环。

3 结语

种植结构土技术是一项能改善硬质地面植物生长的土壤环境,满足植物生长所需要的水、肥、气和空间,且能有效地解决硬质路面种植穴狭小问题,使植物根系健康生长,提高景观效果的经济环保型技术。但因原材料种类多样、生产应用施工工序复杂、施工过程缺乏规范性的指导,限制了该技术在全国的推广应用。《规程》围绕结构土整个生产应用产业链,从最开始的原材料来源控制,原材料和成品质量的评定和把控,结构土配方

和铺装工艺的设计,到结构土铺装应用施工,再到施工验收和后期养护,细细研究,层层把控,形成了一套系统的、相对完备的且符合实际工程需求的生产应用技术规范。这为解决当下结构土在生产和推广应用方面存在的问题提供了有力的技术支撑依据和指导,弥补了行业技术空白。面对我国城市化快速发展所导致的城市内涝和硬质路面植物景观普遍长势不佳的现象,《规程》将为我国海绵城市和高品质生态景观建设提供强有力技术支撑,尤其《规程》拓宽了各种废弃物用作结构土原材料的来源,也为无废城市建设开拓了新途径。

参考文献

- [1] 伍海兵,周坤,方海兰.硬质路面绿化用结构土技术概述[J].中国园林,2017,33(05):112–116.
- [2] 方海兰,徐忠,张浪,等.园林绿化土壤质量标准及其应用[M].北京:中国林业出版社,2016.
- [3] 罗军伟,项鹏,李谱.硬质路面绿化用结构土技术概述[J].现代园艺,2018(06):231–232.
- [4] GRABOSKY J, BASSUK N L. A new urban tree soil to safely increase rooting volumes under sidewalks[J]. Journal of Arboriculture, 1995(21): 187–201.
- [5] Bassuk N, Grabosky J, Trowbridge P, et al. Structural soil: An innovative medium under pavement that improves street tree vigor[C]//American Society of Landscape Architects Annual Meeting Proceedings. 1998: 182–185.
- [6] 陈静涛,李亚东,田广文.新型绿化用结构土在大型主题公园中的应用[J].建筑技术,2021,52(2):177–180.
- [7] 方海兰.绿化土壤标准体系助力我国城市生态有机更新[J].工程建设标准化,2021(08):64–67.
- [8] 严巍,杨瑞卿,胡永红.不同栽培基质条件对4种行道树苗木根系生长的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2019,43(04):192–198.
- [9] 柏营,金大成,方海兰.河道淤泥用作绿化结构土的可行性探讨[J].上海交通大学学报(农业科学版),2019,37(1):36–40.
- [10] DB 31/T 1198–2019, 硬质路面绿化用结构土配制和应用技术规范[S].
- [11] T/CECS 1247–2023, 硬质地面种植结构土应用技术规程[S].
- [12] 中国工程建设标准化协会.关于发布《硬质地面种植结构土应用技术规程》的公告[EB/OL].(2023-01-30). <http://www.csres.com/notice/58264.html>.
- [13] CJ/T 340–2016, 绿化种植土壤[S].
- [14] GB/T 14685–2022, 建设用卵石、碎石[S].
- [15] GB/T 33891–2017, 绿化用有机基质[S].
- [16] GB/T 31755–2015, 绿化植物废弃物处置和应用技术规程[S].
- [17] SY/T 5661–2019, 钻井液用增黏剂丙烯酰胺类聚合物[S].
- [18] GB/T 17514–2017, 水处理剂 阴离子和非离子型聚丙烯酰胺[S].
- [19] 丁忱.结构土回填工艺在绿化种植中的应用[J].建筑施工,2016,38(09):1317–1319.
- [20] T/CECS 1255–2023, 有机覆盖物应用技术规程[S].