

不同根际层结构对西北半干旱地区足球场 草坪质量的影响

郑万菊,白小明,刘钰,李佳乐,薛飞扬,王玲娜,陈辉

(甘肃农业大学草业学院,草业生态系统教育部重点实验室,甘肃省草业工程实验室,中-美草地畜牧业可持续发展研究中心,甘肃 兰州 730070)

摘要:在兰州地区选择河沙、农田土作为草坪根际层基质,以北方地区最常用的2种足球场建植草坪草种草地早熟禾(*Poa pratensis*)和多年生黑麦草(*Lolium perenne*)为材料,共设上下层含沙量不同的21种根际层结构,研究不同根际层结构对足球场草坪质量的影响。结果表明:随着根际层含沙量增加,草坪成坪时间延长,颜色、质地与均一性呈先下降后上升趋势;草坪强度与反弹率逐渐降低。当根际层上层含沙量为20%时,随下层含沙量增加,草坪质量逐渐变差;当上层含沙量为40%、100%时,随下层含沙量增加,草坪质量先增高后降低;上层含沙量为60%、80%时,随下层含沙量增加,草坪质量先降低后增高再降低。综合评价得出上层含沙量为60%、下层含沙量为0的处理草坪质量最优,其次是上层含沙量为40%、下层含沙量为20%的处理。上、下层均为纯沙的处理草坪质量最差。

关键词:根际层结构;含沙量;草坪质量

中图分类号:S688.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2022)03-0016-11

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyep.2022.03.003



近年来,我国的足球运动受到高度重视和快速发展,运动员对足球场草坪质量的要求更加严格,对足球场草坪的发展提出了新要求^[1]。高质量的足球场草坪是运动竞技的基础,也是运动员取得优异成绩的重要条件,它注重抗性和耐用强度等指标^[2],缓解运动员带球的冲击力,减少运动员跌倒损伤^[3]。坪床结构是决定足球场草坪质量的关键因素,其影响程度远大于草种选配、建植水平等^[4-5]。坪床结构作为足球场草坪建造和维护的核心内容之一,对草坪质量的影响最根本、最持久^[6],是评价草坪质量的最主要因素。

良好的根际层结构是足球场草坪成功建植的基础,作为足球场草坪生长和排水的关键,其结构与配比直接影响根际层通气排水、保水保肥性能。由于足球场草坪践踏频繁且运动强度高,良好的根际层结构不仅要为草坪生长发育提供水分、养分和根系支撑力,还要求根际层结构通气透水性强、保水肥能力好,表面强度符合足球运动要求^[7]。自然土壤含黏粒较多,粒径小,易结合水肥,但通气透水性差、易板结,导致植物根系生长受阻;沙粒质地疏松,通气透水性好,水分和养分易流失、养护管理成本较高^[8]。因此,许多学者提出将沙、土按一定比例进行混合,不仅会扩大粒径范围,提高抗板结能力与保水保肥性能,而且能保持相对稳定的孔隙比例和通气透水能力,有利于草坪满足足球运动的要求。沙在高尔夫果岭及运动场中的配比值从最初的30%~50%^[9-10],逐渐增加到80%~85%^[11-12],甚至目前强调纯沙结构。Jin Puhalla等^[13]提出将沙作为运动场草坪根际层主要材料,提高根际层通气排水性能,克服土壤板结问题^[14-15]。Swartz等^[16]研究认为当根际层沙含量达到70%时才

收稿日期:2022-04-09; **修回日期:**2022-04-11

基金项目:甘肃省科技计划项目(20JR10RA564);中国科协产业服务项目(2021XHQB002);国家自然科学基金项目(31560667)

作者简介:郑万菊(1996-),女,甘肃武威人,硕士研究生。

E-mail:1396608057@qq.com

白小明为通信作者。

E-mail:baixm@gsau.edu.cn

能保证草坪排水所需的渗透率。国内尹淑霞^[17]提出坪床基质适合使用粒径均匀的75%中沙土壤,且最适宜的沙粒径为0.125~0.500 mm,粒径越大,均一性和保水肥能力越差,水肥需量增大,养护管理成本较高,也不适合足球场草坪的建造^[18-19]。很多根际层效仿国外根际层沙/土配比,以不同粒径沙为主,沙/土配比根据足球场使用频率及养护管理水平决定。一般而言,使用频率较高、养护管理精细及降水丰富的地区,根际层沙含量较大;Baker SW等^[20]研究证明,当根际层含沙量达到90%时,可以达到理想比赛场地的要求;在干旱少雨、养护管理水平较差的地区,一般会适当地降低根际层的含沙量,以提高坪床保水肥能力,降低管理成本^[21]。因此,根际层质地与配比对足球场草坪的建植与维持运动功能有着重大意义。

现今很多对足球场草坪根际层的研究仅在基质的选择与配比上,尚未结合当地气候和降水等实际情况,盲目依照国际标准进行坪床建造,从而导致足球场草坪质量不高,养护管理成本较高和资源浪费严重^[1]。西北地区降水量较少,长年干旱,因此在足球场

草坪建植过程中不仅要考虑坪床的通气透水性,更要考虑保水保肥能力,以满足草坪正常生长发育的需要,控制养护管理成本^[22]。针对西北地区气候、降水和经济等实际条件,本试验选择粒径分布在0.25~0.50 mm中沙和结构良好的田园土壤作为基质,将草坪根际层分为上下两层,通过研究其根际层的结构对草坪质量的影响,并对草坪质量做出综合评价,筛选适宜的根际层结构,为西北地区足球场草坪坪床设计提供科学合理的依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试草种:午夜草地早熟禾和优美草地早熟禾(*Poa pratensis*),坤士多年生黑麦草和麦迪多年生黑麦草(*Lolium perenne*)。发芽率:午夜86%,优美84%,坤士94%,麦迪93%。

坪床根际层基质:农田土为甘肃农业大学草坪实训基地土壤,理化性质见表1;沙为中沙,粒径组成见表2。

表1 试验土壤理化性质

Table 1 Physical and chemical Properties of soil tested

pH值	有机质/%	全N/(g·kg ⁻¹)	全P/(g·kg ⁻¹)	全K/(g·kg ⁻¹)	碱解N/(mg·kg ⁻¹)	速效P/(mg·kg ⁻¹)	速效K/(mg·kg ⁻¹)
7.78	6.18	0.55	0.61	7.15	30.148	23.24	111.70

表2 试验沙粒粒径体积组成

Table 2 Test sand Particle size composition

粒径/mm	0.10~0.25	0.25~0.50	0.5~1.0	1.0~2.0
比例/%	1.0	96.5	1.5	1.0

1.2 试验设计

本试验采用随机区组设计,将根际层分为含沙量不同的上、下两层,上层厚度为10 cm,下层厚度为20 cm。设21种不同根际层结构(表3)。

试验小区面积为1 m×2 m,3次重复,共计63个小区。于2021年8月16日进行播种,播种方式为撒播;混播量40 g/m²,混播比例:午夜:优美:麦迪:坤士=3:3:2:2。

根际层基质按体积比例混合均匀后运入试验小区铺设,浇水自然沉降,待根际层含水量适宜耕作后,进行草坪建植。

种植前施基肥磷酸二铵45 g/m²,草坪出苗后进

行统一的养护管理,每月施尿素一次,施量10 g/m²,成坪后测定各项指标。

灌溉:根据气温变化情况定时定量喷灌浇水,以保持坪床表面湿润。修剪:根据生长速度用剪草机修剪,留茬高度为5 cm。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 外观质量 成坪时间:采用方格网针刺法,播种30 d后每2天测定1次,当草坪盖度达到98%时,即为成坪。

密度:按照“对角线法”,每个小区选取5个样点,将10 cm×10 cm样方内草坪植株齐地面剪下,记录枝条数,以个/cm²表示。

颜色:采用TCM500草皮色差计测定,每个小区测5个样点,每个样点随机测定10次,用绿度指数表示。

质地:按照“对角线法”,在每个小区选取5个样

表3 根际层结构配比

Table 3 Structure ratio of bed rhizosphere layer

处理	上层配比	下层配比
S10S10	100% 沙	100% 沙
S10S8	100% 沙	80% 沙+20% 土
S10S6	100% 沙	60% 沙+40% 土
S10S4	100% 沙	40% 沙+60% 土
S10S2	100% 沙	20% 沙+80% 土
S10S0	100% 沙	100% 土
S8S8	80% 沙+20% 土	80% 沙+20% 土
S8S6	80% 沙+20% 土	60% 沙+40% 土
S8S4	80% 沙+20% 土	40% 沙+60% 土
S8S2	80% 沙+20% 土	20% 沙+80% 土
S8S0	80% 沙+20% 土	100% 土
S6S6	60% 沙+40% 土	60% 沙+40% 土
S6S4	60% 沙+40% 土	40% 沙+60% 土
S6S2	60% 沙+40% 土	20% 沙+80% 土
S6S0	60% 沙+40% 土	100% 土
S4S4	40% 沙+60% 土	40% 沙+60% 土
S4S2	40% 沙+60% 土	20% 沙+80% 土
S4S0	40% 沙+60% 土	100% 土
S2S2	20% 沙+80% 土	20% 沙+80% 土
S2S0	20% 沙+80% 土	100% 土
S0S0	100% 土	100% 土

点,每样点随机选取50个叶片,用数显游标卡尺测定叶片最宽处的宽度,以mm表示。

均一性:参照刘及东等均匀度法^[23],即用草坪密度变异系数(CVD)、颜色变异系数(CVC)和质地变异系数(CVT)综合表示草坪的均一性,均匀度(U)= $1-(CVD+CVC+CVT)/3$ 。

1.3.2 运动质量 草坪弹性与回弹性:将一标准比赛足球(质量 $m=0.42, 0.75 \text{ kg/cm}^2$ 压强的比赛用球)从高度3m处自由下落,用手机慢动作记录足球第一次反弹高度,按照“对角线法”,在每个小区选取5个点,每点重复3次,求平均值,用反弹率表示。

$$\text{反弹率} = \text{反弹高度} / \text{下落高度} \times 100\%$$

草坪滚动距离及滚动摩擦力:将一标准比赛足球置于高1m、斜边与水平面成45°的三角形测架上,使球沿着滑槽下滑,测定足球从接触草坪到停止滚动后的距离。由于小区面积的局限性,无法完成足球滚动全长距离的测定,只能通过计时测定以及一系列物理学推算值作为理论参考数值^[24]。在忽略球倾斜滚动测定器对球摩擦力的情况下,将足球质量 $m=0.42 \text{ kg}$ 、重力加速度 9.8 m/s^2 ,以及足球放置高度 $h=1 \text{ m}$

等带入能量守恒定律公式:

$$Ev = 1/2 \cdot mv^2 = mgh$$

可得出足球滚入草坪初速度 $v=4.43 \text{ m/s}$ 。从而可以推算出足球在草坪上滚动减速度:

$$\text{减速度} - \alpha(\text{m/s}^2) = 4.43 \times 1/t - 4/t^2$$

式中: t 为足球滚过小区所用的时间。根据位移公式可以推算:

$$\text{位移 } L(\text{m}) = vt + 1/2 \cdot \alpha t^2$$

式中: v 为初速度, α 为加速度。

$$DR = 2L_{\text{正}} \cdot L_{\text{反}} / (L_{\text{正}} + L_{\text{反}})$$

式中:DR—滚动距离; $L_{\text{正}}$ 为正向滚动距离; $L_{\text{反}}$ 为反向滚动距离。

草坪强度:每小区取长、宽、厚为 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ 的草皮,一端固定,另一端用特制夹子夹住,用电子弹簧秤匀速拉动,测定草皮断裂时的最大拉力^[25],用 g/cm^2 表示。

1.3.3 生物量 地上生物量:采用恒温烘干法测定。按照“对角线法”,每个小区选取5个点,在样点周围随机齐地面剪取 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 的地上枝叶,装入自封袋中,带回实验室,在 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 下烘至恒重后称重,用 g/cm^2 表示。

地下生物量:按照“对角线法”,每个小区选取5个样点,用直径 3.0 cm 土钻,每点取2钻,分别钻取 $0 \sim 10, 10 \sim 20 \text{ cm}$ 土层,剪去地上茎叶,装入纱布袋,将根系冲洗干净,在 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 下烘至恒重后称重,用 g/dm^2 表示。

1.3.4 草坪质量综合评价 本试验以外观质量(密度、质地、颜色、成坪时间、均一性)、运动质量(草坪反弹率、滚动距离及摩擦力、草坪强度)以及生物量作为评定指标,利用各个指标的实测值,通过隶属函数法对不同根际层结构的草坪质量进行综合性评价^[26]。

2 结果与分析

2.1 不同根际层结构对足球场草坪外观质量的影响

2.1.1 不同层次含沙量对足球场草坪成坪时间与颜色的影响 随着根际层上层含沙量的增加,足球场草坪成坪时间逐渐延长;当上层含沙量为100%时,成坪时间显著大于其他含沙量($P < 0.05$);含沙量为0时草坪成坪时间最短,但与含沙量为20%~60%时差异不显著($P > 0.05$)(图1-A)。当根际层下层含沙量为 $0 \sim$

80%时,草坪成坪时间无显著差异($P>0.05$);下层含沙量为100%时,显著大于下层含沙量为0~80%时的成坪时间($P<0.05$)(图1-B)。

随着根际层不同层次含沙量增加,草坪绿度指数呈先上升后下降趋势。当上层含沙量为60%时草坪绿度指数最大,与上层含沙量为20%、40%、80%时差异不显著($P>0.05$);上层含沙量为100%时草坪绿度

指数最小,为5.50,与上层含沙量为60%相比较,降低了2.9%,显著小于上层含沙量为20%~80%时的绿度指数($P<0.05$)(图1-C)。当下层含沙量为40%时,草坪绿度指数最大,与下层含沙量为0~80%时差异不显著;下层含沙量为100%时,草坪绿度指数最小,显著小于含沙量为0~80%时的绿度指数($P<0.05$)(图1-D)。

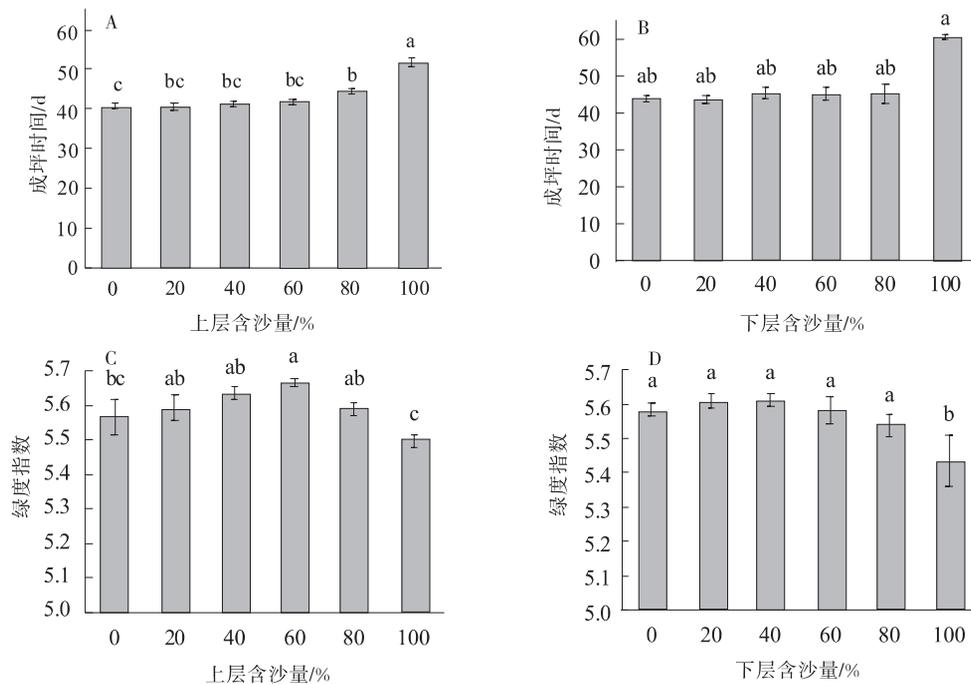


图1 不同层含沙量足球场草坪成坪时间与绿度指数

Fig. 1 Lawn establishment time and greenness index of football fields with different levels of sediment concentration

2.1.2 不同层次含沙量对足球场草坪质地、密度与均一性的影响 随着根际层不同层次含沙量增加,草坪叶宽呈先下降后升高趋势。上层含沙量为0时,草坪叶宽最宽,为3.62 mm,质地最差,但与上层含沙量为20%~40%、80%时差异不显著($P>0.05$);上层含沙量为80%时草坪叶宽最窄,为3.13 mm,质地最优,与上层含沙量为0时相比,草坪叶片宽度差异显著($P<0.05$)(图2-A)。下层含沙量为100%时草坪叶宽最宽,为3.61 mm,质地最差,但下层含沙量为0~100%,草坪叶宽差异均不显著($P>0.05$)(图2-B)。

草坪密度随着根际上层含沙量增加呈逐渐下降趋势、随着下层含沙量增加呈先下降后上升在下降趋势。上层含沙量为0时,草坪密度最大,为1.63个/cm²,但与上层含沙量为20%~80%时差异不显著;上层含沙量为100%时草坪密度最小,为1.20个/cm²,与含沙量为0时相比较,减小了26.4%,且两

者之间差异显著($P<0.05$)(图2-C)。下层含沙量为60%时草坪密度最大,为1.58个/cm²,但与上层含沙量为0~40%、80%时差异不显著($P>0.05$);下层含沙量为100%时草坪密度最小,为0.99枝条/cm²,显著小于上层含沙量为0、60%、80%时的草坪密度($P<0.05$)(图2-D)。

草坪均一性随着根际层不同层次含沙量增加呈先下降后上升再下降趋势。上层含沙量为0和60%时草坪均一性最好,均为0.95,显著大于上层含沙量为20%、80%、100%时的草坪均一性($P<0.05$);上层含沙量为100%时草坪均一性最差,为0.92,但与上层含沙量为20%、80%时差异不显著($P>0.05$)(图2-E)。下层含沙量为40%与60%时草坪均一性最好,均为0.94,但下层含沙量为0、20%时差异不显著($P>0.05$);下层含沙量为100%时草坪均一性最差,为0.91,显著小于下层含沙量为0~60%时的草坪均一性($P<0.05$)(图2-F)。

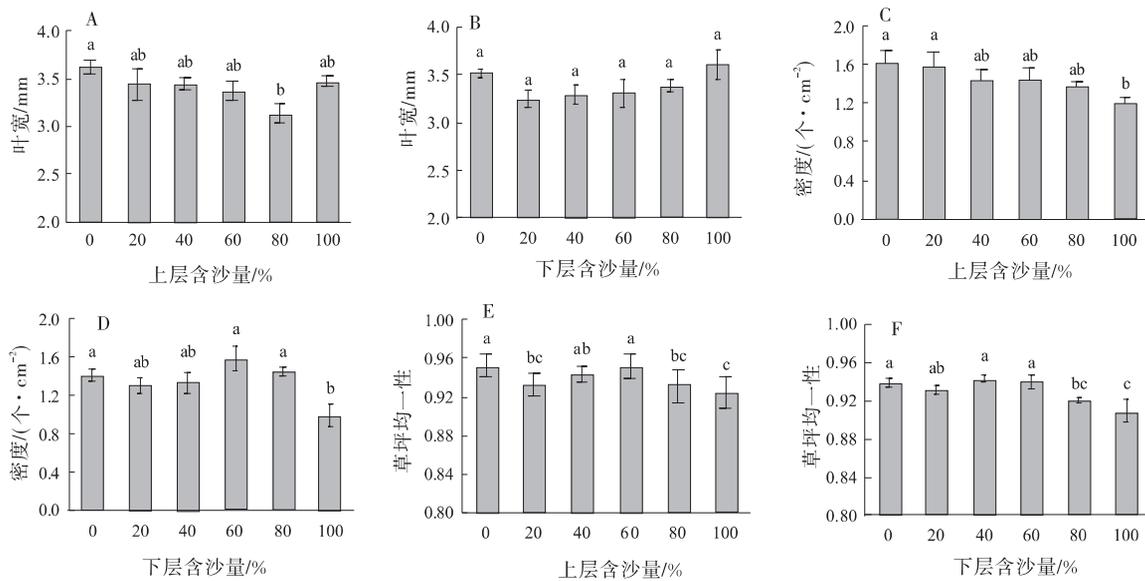


图2 不同层含沙量足球场草坪叶宽、密度、均一性

Fig. 2 Leaf width, density and uniformity of lawn in different layers of football field with sand content

2.1.3 不同根际层结构对足球场草坪成坪时间、颜色、质地、密度与均一性的影响 除S10S10外,上、下层含沙量相同时,各处理的成坪时间短于上层含沙量相同的其他处理($P < 0.05$)。S10S10处理草坪成坪时间最长,为60 d,与S10S0处理相比较,延长了12 d,显著长于其他处理($P < 0.05$)。其次是S10S4处理,成坪时间为52 d,但与S10S0、S10S2、S10S6、S10S8处理差异不显著($P > 0.05$);S2S2、S4S4和S6S6处理成坪时间最短,均为39 d,且3个处理之间差异不显著($P > 0.05$)。

S6S4处理草坪绿度指数最高,为5.70,显著高于上层含沙量为100%的处理($P < 0.05$),但与上层含沙量小于100%的处理差异不显著($P > 0.05$);S10S10处理草坪绿度指数最低,为5.43,但与S10S8、S10S6、S10S4、S10S2、S10S0、S8S0、S0S0处理差异不显著($P > 0.05$)(表4)。

S2S0处理草坪叶片宽度最宽,为3.76 mm,质地最差,显著大于S2S2、S6S2、S6S4、S8S2、S8S4、S8S6、S10S8处理($P < 0.05$);S8S6处理草坪叶片最窄,为2.81 mm,质地最优,显著小于上层含沙量为100%的所有处理($P < 0.05$)(表4)。

草坪根际层上层含沙量相同时,各处理之间草坪密度差异均不显著($P > 0.05$)(表5)。其中,S6S6处理,草坪密度最大,为1.77个/cm²,S10S4处理草坪密度最小,为0.88个/cm²,与S6S6处理相比较,草坪密

度降低了50.3%,且两处理之间差异显著($P < 0.05$)。除S10S4、10S10处理以外,所有处理之间差异均不显著($P < 0.05$)。

当草坪根际层上层含沙量相同时,各处理之间草坪均一性差异均不显著($P > 0.05$)(表4)。其中,S6S0处理草坪均一性最好,为0.96,S10S10处理草坪均一性最差,为0.91,且两处理之间差异显著($P < 0.05$);但S10S10与S8S2、S8S8、S10S0、S10S2、S10S6、S10S8处理差异不显著($P > 0.05$)。

2.2 不同根际层结构对足球场草坪运动质量的影响

2.2.1 不同层次含沙量对足球场草坪滚动距离、强度、反弹率的影响 足球场草坪滚动距离随着根际层上层含沙量的增加呈先上升后下降再上升趋势(图3-A),随下层含沙量增加呈先下降后上升趋势。上层含沙量为100%时草坪滚动距离最长,为4.43 m,但与上层含沙量为0~60%时差异不显著($P > 0.05$);上层含沙量为80%时,滚动距离最小,为3.56,显著小于上层含沙量为100%时的滚动距离($P < 0.05$)。下层含沙量为100%时,草坪滚动距离最大,为4.62,显著大于下层量为20%、60%时的滚动距离($P < 0.05$);下层含沙量为60%时,草坪滚动距离最小,为3.73 m,与下层含沙量为0~40%、80%时差异不显著($P > 0.05$)(图3-B)。

表 4 不同根际层结构草坪成坪时间、绿度指数、叶宽、密度、均一性

Table 4 Lawn completion time, greenness index, leaf width, density and uniformity of different rhizosphere layers

处理	成坪时间/d	绿度指数	叶宽/mm	密度/(个·cm ⁻²)	均一性
S0S0	40±1.15 ^{hi}	5.57±0.09 ^{abcd}	3.61±0.12 ^{ab}	1.62±0.22 ^{ab}	0.95±0.01 ^{abc}
S2S0	42±1.15 ^{ghi}	5.60±0.13 ^{abc}	3.76±0.10 ^a	1.42±0.53 ^{abcd}	0.93±0.00 ^{abcde}
S2S2	39±1.00 ⁱ	5.58±0.02 ^{abc}	3.11±0.22 ^{efgh}	1.72±0.04 ^a	0.93±0.02 ^{abcd}
S4S0	42±2.51 ^{fghi}	5.62±0.05 ^{abc}	3.35±0.28 ^{abcde}	1.33±0.04 ^{abcd}	0.94±0.00 ^{abcd}
S4S2	42±2.00 ^{ghi}	5.69±0.03 ^a	3.45±0.17 ^{abcde}	1.29±0.43 ^{abcd}	0.94±0.01 ^{abcd}
S4S4	39±1.15 ⁱ	5.59±0.02 ^{abc}	3.53±0.13 ^{abcd}	1.71±0.02 ^a	0.94±0.00 ^{abcd}
S6S0	42±2.3 ^{ghi}	5.65±0.03 ^{ab}	3.52±0.01 ^{abcd}	1.42±0.18 ^{abcd}	0.96±0.01 ^a
S6S2	42±2.00 ^{ghi}	5.68±0.06 ^{ab}	3.15±0.40 ^{defgh}	1.27±0.41 ^{abcd}	0.93±0.01 ^{abcde}
S6S4	42±1.15 ^{fghi}	5.70±0.01 ^a	3.19±0.36 ^{defgh}	1.26±0.43 ^{abcd}	0.95±0.01 ^{ab}
S6S6	39±0.57 ⁱ	5.62±0.02 ^{abc}	3.62±0.18 ^{ab}	1.77±0.63 ^a	0.95±0.00 ^{ab}
S8S0	46±5.56 ^{def}	5.57±0.03 ^{abcd}	3.52±0.11 ^{abcde}	1.35±0.14 ^{abcd}	0.93±0.02 ^{abcde}
S8S2	45±1.52 ^{defg}	5.59±0.1 ^{abc}	2.93±0.10 ^{fgh}	1.11±0.21 ^{bcd}	0.92±0.02 ^{cde}
S8S4	47±0.00 ^{cde}	5.61±0.01 ^{abc}	2.88±0.11 ^{gh}	1.46±0.16 ^{abc}	0.93±0.02 ^{abcde}
S8S6	44±0.00 ^{cgh}	5.58±0.17 ^{abc}	2.81±0.37 ^h	1.46±0.02 ^{abc}	0.93±0.01 ^{abcde}
S8S8	40±0.00 ⁱ	5.58±0.04 ^{abc}	3.50±0.15 ^{abcde}	1.52±0.04 ^{abc}	0.92±0.00 ^{cde}
S10S0	48±0.57 ^{bed}	5.48±0.07 ^{cd}	3.03±0.15 ^{bcdef}	1.31±0.12 ^{abcd}	0.91±0.00 ^{de}
S10S2	49±1.15 ^{bed}	5.49±0.03 ^{cd}	3.59±0.24 ^{abc}	1.11±0.04 ^{bcd}	0.92±0.00 ^{bcde}
S10S4	52±3.60 ^b	5.54±0.01 ^{bed}	3.55±0.13 ^{abcd}	0.88±0.16 ^d	0.93±0.01 ^{abcde}
S10S6	51±2.88 ^b	5.53±0.12 ^{bed}	3.50±0.13 ^{abcde}	1.50±0.33 ^{abc}	0.92±0.03 ^{bcde}
S10S8	50±2.51 ^{bc}	5.49±0.09 ^{cd}	3.26±0.04 ^{bcdefg}	1.38±0.10 ^{abcd}	0.92±0.01 ^{cde}
S10S10	60±1.15 ^a	5.43±0.12 ^d	3.61±0.26 ^{ab}	0.99±0.20 ^{cd}	0.91±0.02 ^e

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。下同

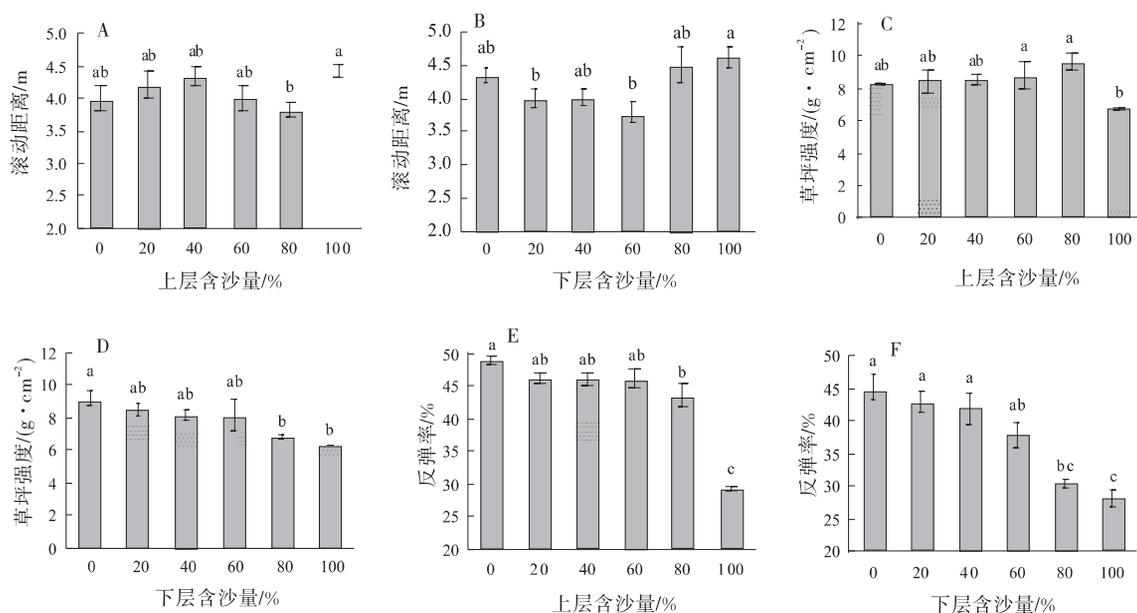


图 3 不同层次含沙量足球场草坪滚动距离、强度、反弹率

Fig. 3 Leaf width, density and uniformity of lawn in different layers of football field with sand content

足球场草坪强度随着根际层上层含沙量的增加呈先上升后下降趋势,随着下层含沙量增加呈逐渐下降趋势(图 3-C)。上层含沙量为 80% 时草坪强度最

高,为 9.68 g/cm²,但与上层含沙量为 0~60% 时差异不显著($P>0.05$);上层含沙量为 100% 时,草坪强度最小,为 6.73 g/cm²,显著小于上层含沙量为 60%、

80%时的草坪强度($P<0.05$)。下层含沙量为0时草坪强度最大,为 9.18 g/cm^2 ,显著大于下层含沙量为80%、100%时的草坪强度($P<0.05$);下层含沙量为100%时草坪强度最小,为 6.29 g/cm^2 ,但与下层含沙量为20%~80%时差异不显著($P>0.05$) (图3-D)。

随着不同层次含沙量增加,足球场草坪反弹率呈逐渐降低趋势。上、下层含沙量为0时,草坪反弹率均最高,分别为48.92%、45.38%,均显著高于上、下层含沙量为80%、100%时的草坪反弹率($P<0.05$) (图3-E,3-F)。上、下层含沙量为100%时,草坪反弹率均最低,分别为29.26%、28.13%;上层含沙量为100%时的草坪反弹率显著小于上层含沙量为0~80%时的草坪反弹率($P<0.05$),且上层含沙量为0~80%时差异不显著($P>0.05$);下层含沙量为100%时的草坪反弹率显著小于上层含沙量为0~60%时的草坪反弹率($P<0.05$),且下层含沙量为0~60%时差异不显著($P>0.05$)。

2.2.2 不同根际层结构对足球场草坪滚动距离、强度、反弹率的影响 除根际层上层含沙量为80%的处理外,上层含沙量相同的各处理之间差异均不显著($P>0.05$) (表5)。S10S8处理滚动距离最大,为4.96 m,S8S2处理草坪滚动距离最小,为2.88 m,与S10S8处理相比较,滚动距离减小了36.3%,且两处理之间差异显著($P<0.05$);除S6S6、S8S2、S8S6处理外,其他处理之间差异均不显著($P>0.05$)。

S8S6处理草坪强度最大,为 12.88 g/cm^2 ,显著大于除S6S0外的其他处理($P<0.05$);S6S6处理草坪强度最小,为 5.05 g/cm^2 ,显著小于除S10S10外的其他处理($P<0.05$) (表5)。

S6S0处理草坪反弹率最高,为50.93%,显著高于上层含沙量为80%~100%的处理($P<0.05$);S10S10处理草坪反弹率最低,为28.13%,显著低于除S10S4、S10S8、S10S4以外的其他处理($P<0.05$) (表5)。

2.3 不同根际层结构对足球场草坪生物量的影响

S6S2处理地上生物量最大,为 2.69 g/cm^2 ;S10S10处理地上生物量最小,为 1.12 g/dm^2 ,与S6S2处理相比较,是S10S10处理的2.4倍,且两处理之间差异显著($P<0.05$),但与S10S2处理差异不显著($P>0.05$) (表6)。

表5 不同根际层结构草坪滚动距离、强度、反弹率

Table 5 Rolling distance, strength and rebound rate of turf in different rhizosphere layers

处理	滚动距离/m	草坪强度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	反弹率/%
S0S0	3.99 ± 0.33^{abc}	8.25 ± 0^{cdef}	48.91 ± 0.89^{abcd}
S2S0	4.41 ± 0.68^{abc}	10.01 ± 0.68^b	47.67 ± 1.37^{cde}
S2S2	4.02 ± 0.15^{abc}	6.85 ± 0.25^{fgh}	44.89 ± 1.13^f
S4S0	4.72 ± 0.55^{ab}	8.03 ± 0.07^{def}	49.07 ± 1.13^{abc}
S4S2	4.36 ± 0.25^{abc}	9.63 ± 0.25^{bc}	46.30 ± 0.68^{ef}
S4S4	3.94 ± 0.17^{abc}	7.95 ± 0^{defg}	42.47 ± 1.71^g
S6S0	4.66 ± 0.55^{abc}	12.58 ± 1.18^a	50.93 ± 1.65^a
S6S2	3.77 ± 0.68^{abc}	9.09 ± 2.6^{bcd}	45.78 ± 1.25^{ef}
S6S4	4.14 ± 0.66^{abc}	8.50 ± 0.06^{cde}	50.02 ± 1.04^{ab}
S6S6	3.45 ± 0.28^c	5.05 ± 0.4^i	38.19 ± 0.89^h
S8S0	3.99 ± 0.29^{abc}	9.30 ± 0.83^{bcd}	48.07 ± 0.83^{bcde}
S8S2	2.27 ± 1.98^d	9.59 ± 0.11^{bc}	47.90 ± 1.57^{bcde}
S8S4	3.79 ± 0.49^{abc}	9.45 ± 0.73^{bc}	46.72 ± 1.27^{def}
S8S6	3.7 ± 0.49^{bc}	12.88 ± 1.25^a	44.51 ± 1.01^{fg}
S8S8	4.04 ± 0.52^{abc}	7.15 ± 0.2^{efgh}	31.32 ± 1.52^j
S10S0	4.35 ± 0.14^{abc}	6.88 ± 0.07^{fgh}	27.62 ± 0.98^k
S10S2	4.25 ± 0.53^{abc}	7.48 ± 0.2^{efgh}	30.49 ± 0.84^{ij}
S10S4	4.19 ± 0.17^{abc}	6.60 ± 0.18^{gh}	28.43 ± 1.15^{jk}
S10S6	4.23 ± 0.18^{abc}	6.56 ± 0.02^{gh}	31.06 ± 0.77^i
S10S8	4.96 ± 0.39^a	6.52 ± 0.11^{gh}	29.80 ± 1.28^{ijk}
S10S10	4.61 ± 0.26^{abc}	6.29 ± 0.08^{hi}	28.13 ± 2.11^k

0~10 cm土层,S6S0处理草坪地下生物量最大,为 0.95 g/dm^2 ,S2S2处理草坪地下生物量最小,为 0.66 g/dm^2 ;且两处理之间差异显著($P<0.05$),但S2S2与S8S8、S10S8、S10S10处理差异不显著($P>0.05$)。10~20 cm土层中,S10S8处理草坪地下生物量最大,为 0.26 g/dm^2 ,显著大于除S6S4、S10S0、S10S2、S10S4、S10S6以外的其他处理($P<0.05$);S2S2处理草坪地下生物量最小为 0.07 g/dm^2 ,与S10S8处理相比较,降幅最大,降幅为73.1%。0~20 cm土层中,S8S6处理草坪总地下生物量最大,达 1.11 g/dm^2 ,S2S2处理草坪总地下生物量最小为 0.73 g/dm^2 ,与S8S6处理相比较,总减小了34.2%,且两处理之间差异显著($P<0.05$)。

2.4 不同根际层结构足球场草坪质量综合评价

以足球场草坪成坪时间、颜色、质地、密度、均一性、反弹率、滚动距离、强度、地上与地下生物量为评价指标,以实测值为各指标的评价值,通过隶属函数

表 6 不同根际层结构草坪生物量

Table 6 Lawn biomass of different rhizosphere layers

处理	地上生物量/ (g·cm ²)	地下生物量/(g·dm ⁻²)		
		0~10 cm	10~20 cm	0~20 cm
S0S0	2.20±0.10 ^{bcdef}	0.77±0.04 ^{ab}	0.09±0.01 ^{fg}	0.86±0.04 ^{abcd}
S2S0	2.11±0.33 ^{cdef}	0.81±0.08 ^{ab}	0.12±0.03 ^{defg}	0.93±0.08 ^{abcd}
S2S2	2.54±0.25 ^{abc}	0.66±0.01 ^b	0.07±0.01 ^g	0.73±0.02 ^d
S4S0	2.28±0.13 ^{bcdef}	0.87±0.06 ^{ab}	0.12±0.03 ^{defg}	1.00±0.10 ^{abc}
S4S2	2.54±0.06 ^{abc}	0.94±0.03 ^a	0.14±0.02 ^{cdefg}	1.08±0.02 ^{ab}
S4S4	2.36±0.16 ^{abcde}	0.73±0.23 ^{ab}	0.09±0.01 ^{fg}	0.82±0.24 ^{cd}
S6S0	2.64±0.16 ^{ab}	0.95±0.07 ^a	0.14±0.06 ^{cdefg}	1.09±0.1 ^{ab}
S6S2	2.69±0.10 ^a	0.82±0.08 ^{ab}	0.14±0.03 ^{cdefg}	0.96±0.06 ^{abcd}
S6S4	2.48±0.34 ^{abcd}	0.86±0.1 ^{ab}	0.21±0.04 ^{abc}	1.07±0.06 ^{abc}
S6S6	2.23±0.04 ^{bcdef}	0.76±0.07 ^{ab}	0.09±0.00 ^{fg}	0.85±0.08 ^{bcd}
S8S0	2.29±0.43 ^{abcde}	0.93±0.08 ^a	0.17±0.11 ^{bcdef}	1.09±0.19 ^{ab}
S8S2	1.61±0.14 ^{sh}	0.78±0.24 ^{ab}	0.09±0.03 ^{fg}	0.88±0.27 ^{abcd}
S8S4	2.04±0.2 ^{defg}	0.93±0.14 ^a	0.16±0.04 ^{bcdef}	1.10±0.17 ^a
S8S6	1.91±0.22 ^{efg}	0.94±0.11 ^a	0.16±0.02 ^{bcdef}	1.11±0.11 ^a
S8S8	2.47±0.20 ^{abcd}	0.68±0.04 ^b	0.1±0.01 ^{efg}	0.79±0.03 ^{cd}
S10S0	1.82±0.16 ^{gh}	0.88±0.09 ^{ab}	0.19±0.03 ^{abcd}	1.08±0.08 ^{ab}
S10S2	1.44±0.12 ^{hi}	0.72±0.08 ^{ab}	0.23±0.04 ^{ab}	0.95±0.04 ^{abcd}
S10S4	1.96±0.37 ^{efg}	0.74±0.18 ^{ab}	0.18±0.05 ^{abcde}	0.92±0.20 ^{abcd}
S10S6	2.24±0.46 ^{abcde}	0.75±0.03 ^{ab}	0.24±0.04 ^{ab}	0.99±0.03 ^{abc}
S10S8	1.93±0.10 ^{efg}	0.68±0.06 ^b	0.26±0.01 ^a	0.94±0.06 ^{abcd}
S10S10	1.12±0.25 ⁱ	0.68±0.12 ^b	0.16±0.03 ^{bcdef}	0.84±0.12 ^{abcd}

法对足球场草坪的质量进行综合性评价,结果见表 7。

当上层含沙量同为 20% 时草坪质量随下层含沙量增加而降低;当上层含沙量同为 40%、100% 时草坪质量随下层含沙量先增高后降低;当上层含沙量同为 60%、80% 时,草坪质量随下层含沙量先降低后增高再降低。其中,S6S0(上层 60% 沙+40% 土,下层 100% 土)处理综合评价价值最高,草坪质量最优,其次是 S4S2(上层 40% 沙+60% 土,下层 40% 沙+60% 土)处理;S10S10(上层 100% 沙,下层 100% 沙)处理草坪质量最差。

3 讨论

在频繁使用且高强度地践踏与磨损下,合理的根际层结构与科学的沙土配比不仅能保持足球场草坪通气透水和稳定均一的运动表面,而且能满足草坪草正常生长发育的需求。自然土壤含黏粒较多,易板结,难以保持理想的透气透水性。因此,宋华伟等^[27]提出了将沙和土按一定比例混合,来改善足球场

草坪根际层的通透性和表面硬度。黄晓露^[8]认为不同基质配比的草坪质量在不同生长期基本一致,随着沙含量的增加,草坪质量呈先上升后下降的趋势,高含沙量草坪生长较慢,均一性差,低含沙量草坪不够致密、颜色较浅。纯沙基质成坪速度慢,成坪之初质量较差,但草坪根系生长未受抑制^[28]。中等含沙量,草坪密度、颜色、均一性均大于沙含量较高和较低的配比^[6]。在本试验中,上下层均为 40% 沙+60% 土的 S4S4 处理密度最大;S8S6(80% 沙+20% 土,60% 沙+40% 土)处理草坪质地最优。上下层均为 20% 沙+80% 土的 S2S2 处理成坪时间最短;S6S4(60% 沙+40% 土,40% 沙+60% 土)处理颜色最绿。S6S0(60% 沙+40% 土,100% 沙)处理草坪均一性最优;随着根际层上、下层含沙量增加,草坪成坪时间均延长,草坪密度逐渐降低;当上层含沙量小于 60% 时,草坪颜色随着含沙量增加逐渐加深;当上层含沙量小于 80% 时,随着含沙量增加,草坪质地变粗、均一性先降低后增高;当上层含沙量大于 80% 时,随着含沙量增加,草坪颜色变浅、均一性下降、质地变优。相比于前人只针对 30 cm 根系层沙土配比研究,本试验将根际层细化为含沙量不同的两层,有利于优化草坪质量,且符合西北地区的气候与资金条件。

足球场草坪由于其特殊的运动功能,其草坪质量评价不仅要体现观赏价值,更要体现运动质量,草坪运动质量与根际层基质密切相关。足球场滚动摩擦性能主要由坪床基质物理结构、平整度、草坪高度、密度等多种因素共同决定^[29]。研究表明足球反弹率受草坪修剪高度与根际层基质影响,但根际层基质的影响更大,且随着含沙量增多足球反弹率先增高后降低^[30],25% 沙+75% 土结构的草坪强度最大^[31]。本试验中上层含沙量为 80% 的处理草坪强度高于其他处理,且随着上层配比含沙量增加草坪强度呈先增大后减小趋势,与上述研究结果基本一致;但本研究结果表明根系上层含沙量为 0~80% 时,上层含沙量变化对草坪弹性影响不显著,上层含沙量相同时,草坪弹性随下层含沙量增加而逐渐降低,当上层为纯沙时,草坪弹性骤然下降,可能是因为上层为纯沙时与下层基质差异较大,形成分层现象,导致草坪长势不均匀、表面硬度不够,以致草坪弹性较低。本研究结

表7 不同根际层结构处理各指标隶属函数值及足球场草坪质量综合评价

Table 7 Membership function values of indicators treated by different rhizosphere layer structures and comprehensive evaluation value of football turf quality

处理	隶属函数值										综合评价 价值	排序
	成坪时间	绿度指数	质地	密度	均匀度	地上生物量	地下生物量	滚动距离	反弹率	强度		
S0S0	0.078 1	0.504 4	0.846 5	0.831 5	0.750 0	0.690 8	0.342 1	0.640 5	0.913 5	0.408 5	0.591 2	7
S2S0	0.171 9	0.640 4	1.000 0	0.606 7	0.375 0	0.633 3	0.535 1	0.793 9	0.860 0	0.634 0	0.633 9	4
S2S2	0.000 0	0.549 3	0.319 3	0.943 8	0.375 0	0.904 1	0.000 0	0.648 7	0.740 8	0.229 8	0.469 3	14
S4S0	0.156 3	0.714 1	0.575 2	0.505 6	0.625 0	0.737 7	0.701 8	0.911 9	0.920 2	0.380 9	0.615 7	6
S4S2	0.140 6	0.968 5	0.681 4	0.456 9	0.625 0	0.908 3	0.929 8	0.778 0	0.801 3	0.585 1	0.674 1	2
S4S4	0.015 6	0.583 0	0.765 9	0.932 6	0.687 5	0.791 0	0.236 8	0.621 4	0.637 0	0.370 2	0.548 7	11
S6S0	0.171 9	0.826 6	0.755 8	0.606 7	1.000 0	0.972 3	0.956 1	0.887 2	1.000 0	0.961 7	0.797 6	1
S6S2	0.140 6	0.925 1	0.361 5	0.438 2	0.500 0	1.000 0	0.605 3	0.556 7	0.779 1	0.516 0	0.577 9	8
S6S4	0.171 9	1.000 0	0.401 6	0.427 0	0.812 5	0.869 9	0.894 7	0.696 1	0.961 0	0.441 5	0.651 5	3
S6S6	0.031 2	0.710 4	0.859 3	1.000 0	0.875 0	0.705 8	0.307 0	0.439 5	0.453 5	0.000 0	0.503 2	12
S8S0	0.328 1	0.510 6	0.749 1	0.520 6	0.437 5	0.746 3	0.956 1	0.639 1	0.877 2	0.542 6	0.620 4	5
S8S2	0.312 5	0.606 7	0.133 6	0.250 9	0.187 5	0.311 3	0.386 0	0.000 0	0.870 0	0.579 8	0.384 7	20
S8S4	0.375 0	0.664 2	0.076 0	0.644 2	0.500 0	0.584 2	0.973 7	0.566 0	0.819 6	0.561 7	0.561 3	9
S8S6	0.234 4	0.578 0	0.000 0	0.651 7	0.500 0	0.503 2	1.000 0	0.531 2	0.724 6	1.000 0	0.557 8	10
S8S8	0.046 9	0.569 9	0.734 2	0.711 6	0.187 5	0.859 3	0.149 1	0.658 2	0.158 7	0.268 1	0.427 5	15
S10S0	0.437 5	0.186 0	0.517 3	0.479 4	0.125 0	0.443 5	0.921 1	0.773 6	0.000 0	0.234 0	0.387 0	19
S10S2	0.484 4	0.228 5	0.828 7	0.254 7	0.312 5	0.204 7	0.587 7	0.735 5	0.123 4	0.310 6	0.404 3	18
S10S4	0.609 4	0.397 0	0.780 7	0.000 0	0.500 0	0.533 0	0.508 8	0.711 8	0.034 9	0.198 9	0.424 8	16
S10S6	0.578 1	0.365 8	0.728 9	0.689 1	0.312 5	0.716 4	0.675 4	0.729 3	0.147 8	0.193 6	0.495 0	13
S10S8	0.531 3	0.208 5	0.474 9	0.558 1	0.187 5	0.518 1	0.543 9	1.000 0	0.093 8	0.188 3	0.422 1	17
S10S10	1.000 0	0.000 0	0.841 0	0.116 1	0.000 0	0.000 0	0.298 2	0.869 8	0.022 0	0.158 5	0.358 8	21
权重	0.126 0	0.114 2	0.105 0	0.079 4	0.072 0	0.089 6	0.062 2	0.106 0	0.125 0	0.120 5		

果表明,在草坪留茬高度为5 cm时(国际足联推荐的足球场草坪修剪高度 ≤ 5 cm),所有处理的草坪的反弹率、滚动距离均能达到国际足联推荐的标准(回弹率:20%~50%,滚动距离:3~12 m)。

草地植被量除受本身的遗传特性外,在很大程度上还受制于所处的土壤环境^[32],生长在太紧或太松土壤中的植物,根土接触差异会影响其水分和养分的吸收能力,进而抑制其根系生长^[33-34],导致植物生物量较低。土含量高的根际层结构的地上生物量优于沙含量较高的结构,地下生物量随含沙量增加逐渐增大^[27]。本研究结果表明,当上层配比含沙量小于60%时,生物量随着含沙量增加逐渐增多;当上层配比含沙量大于80%时,随着含沙量增加,生物量减少,在坪床中混入一定比例的沙有利于草坪地下根系生长,但地上部长势相应减弱。

4 结论

随着根际层上层含沙量增加,草坪成坪时间延

长;草坪颜色、质地与强度先升高后降低;反弹率逐渐降低;均一性呈先降低后升高再降低趋势,滚动距离则相反。随着根际层下层含沙量增加,草坪成坪时间延长;颜色、质地与均一性先升高后降低,滚动距离则相反;草坪强度与反弹率逐渐降低。

除上层含沙量为80%的结构,上层含沙量高于下层含沙量的结构草坪质量优于上下层含沙量相同的处理;根S6S0(上层60%沙+40%土,下层100%土)结构草坪质量最优,其次是S4S2(上层40%沙+60%土,下层20%沙+80%土)且各指标均符合国际足联推荐的足球场草坪质量标准,适宜在半干旱低区足球场草坪建造中推广应用。

参考文献:

- [1] 汪殿蓓. 关于我国运动场草坪建植的几点思考[J]. 草业与畜牧, 2004(1):44-45.
- [2] 韩烈保. 运动场草坪[M]. 北京:中国农业出版社,2004:42-66.
- [3] 黎人萍. 种植层土壤配比对运动场草坪质量的影响研究

- [D]. 长沙:湖南农业大学,2017.
- [4] 孙吉雄,韩烈保. 足球运动场草坪的建立及养护管理[J]. 中国草地,1992(1):58-60.
- [5] 张巨明,王新力. 运动场草坪坪床设计与建造[J]. 中国体育科技,2006(2):140-143.
- [6] 陈辉. 西北半干旱区足球场草坪坪床根际层适宜沙/土配比研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2018.
- [7] 陈莉. 运动场草坪耐用强度——阈值的研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2001.
- [8] 黄晓露,于玉红,王亮,等. 不同质地的坪床对土壤物理性状及草坪质量的影响[J]. 草原与草坪,2009,29(3):39-44.
- [9] Humbert R P, Grau F V. A report on some studies of the Physical of Properties of Putting green soil as related to turf maintenance [J]. Part 1. USGA J. Turf Management, 1949,2(2):25-32;2(3):28-29
- [10] Davis R R. Physical conditions of Putting—green soil and other environmental factors affecting the quality of greens [J]. USGA J. Turf Management, 1952, 6(1):25-27.
- [11] 陈莉,刘照辉,赵祥,等. 运动场草坪践踏强度及其恢复系的研究[J]. 草原与草坪,2002,22(4):28-30.
- [12] 宋桂龙,韩烈保. 土壤对比对运动场草坪草生长的影响[J]. 草地学报,2007,15(2):109-200.
- [13] Jim Puhalla, Jeff Krans, Mike Goatley. Sports Fields: A Manual for Design, Construction and Maintenance [M]. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 1999.
- [14] 郑浴,张艳丽,王琨,等. 城市园林土壤板结机理及改良研究[J]. 农学学报,2011,1(4):25-29.
- [15] 李铤,黄华枝,张俊涛. 城市绿化土壤修复改良研究进展[J]. 园林科技,2017(1):30-33.
- [16] Swartz W E, Kardos L T. Effects of compaction on Physical Properties of sand-soil-peat mixtures of various moisture contents [J]. Agron. J, 1963, 55(1):7-10.
- [17] 尹淑霞. 正确对待草坪的践踏问题[J]. 中国花卉园艺, 2001, 20(13):28-28.
- [18] Baker S W. The effect of rootzone composition on the performance of winter games Pitches. III. Soil Physical Properties [J]. Sports turf Res Inst, 1988, 64:133-143.
- [19] Dixon Charles R. The application of sand technology for turf system [J]. Sports Turf Magazine, 1994(6):12-15.
- [20] Baker S W, Gibbs R J, Adams W A. Playing quality, performance, and cost-effectiveness of soccer Pitches in UK [J]. International Turfgrass Society Research Journal, 1993,7:2112-221.
- [21] Cockerham S T, Gibault R A. Alteration of sports field characteristics using management [J]. International Turfgrass Society Journal, 1993,7:182-1191.
- [22] 宋桂,韩烈保. 土壤对比对运动场草坪草生长的影响[J]. 草地学报,2007,15(2):199-200.
- [23] 刘及东,陈秋全,念智. 草坪质量评定方法的研究[J]. 内蒙古农牧学院学报,1999(2):49-53.
- [24] 满达. 天然草与人工草混合系统草坪特性研究[D]. 北京:北京林业大学,2011.
- [25] 张雄,白小明,满元荣,等. 不同生产方式对地毯式网草皮质量的影响[J]. 草原与草坪,2011,31(2):24-27+32.
- [26] 段碧华,尹伟伦,韩宝平,等. 模拟干旱胁迫下几种冷季型草坪草抗旱性比较研究[J]. 草原与草坪,2005,25(5):40-43+47.
- [27] 宋华伟,刘颖,王宸,等. 不同坪床基质物理性质变化及对兰引Ⅲ号结缕草生长的影响[J]. 草业学报,2016,25(7):177-185.
- [28] 尹少华,卢欣石,韩烈保. 高尔夫果岭土壤配方与物理性质及匍匐剪股颖草坪性状相关关系的研究[J]. 草业科学,2009,26(6):152-158.
- [29] 李德颖,张德顺. 北京工人体育场草坪质量分析[J]. 草业学报,1998,7(3):63-67.
- [30] Langvad B. Sambandet mellan fotbollens strdshojd och klipphojden Pa sport turf [J]. Weibulls Gras—tips, 1991:355-357.
- [31] 黎人萍,向佐湘. 不同沙土结构对比对运动场草坪质量的影响[J]. 作物研究,2017,31(5):528-532.
- [32] 周梦华,程积民,万惠娥等. 云雾山本氏针茅群落根系分布特征[J]. 草地学报,2008,16(3):267-271.
- [33] 张秀娟,梅莉,王政权,等. 细根分解研究及其存在的问题[J]. 植物学通报,2005,32(2):246-254.
- [34] Passioura J B, Stirzaker R J. Feed forward responses of Plants to Physically inhospitable soil [M]//Buxton D R. International Cro Science, USA, 1994:715-719.

Effects of different rhizosphere layer structures on turf quality of football field in semi-arid area of Northwest China

ZHENG Wan-ju, BAI Xiao-ming, Liu Yu, Li Jia-Le, XUE Fei-yang,

WANG Lin-na, CHEN Hui

(College of Grassland Science, Gansu Agricultural University; Key Laboratory of Grassland Ecosystem, Ministry of Education / Pratacultural engineering Laboratory of Gansu Province / Sino-U. S. Center for Grazing land Ecosystem Sustainability, Lanzhou 730070, China)

Abstract: In this research, river sand and farmland soil were selected as inter-rhizosphere substrates in Lanzhou. Two most commonly used turf grasses, Kentucky bluegrass and perennial ryegrass, for football field establishment in northern China, were examined. Twenty-one inter-rhizosphere structures with different sand contents in the upper and lower layers were established to study the effects of different inter-rhizosphere structures on the quality of football field. The results showed that the inter-rhizosphere structure varied with the sand content of the upper and lower layers. As the sand content of inter-root layer increased, the turf establishment time increased, the color, texture and uniformity decreased and then increased; the turf strength and bounce rate decreased gradually. When the sand content in the upper layer of the inter-rhizosphere was 20%, as the sand content in the lower layer increased the lawn quality gradually deteriorated; when the sand content in the upper layer was 40% and 100%, as the sand content is zero in the lower layer increased the lawn quality first increased and then decreased. When the sand content in the upper layer was 60% and 80%, as the sand content in the lower layer increased the lawn quality first decreased and then increased and then decreased. The overall evaluation concluded that 60% sand content in the upper layer and zero in the lower layer resulted the best turf quality, followed by 40% sand content in the upper layer and 20% sand content in the lower layer, and the turf quality with pure sand in both upper and lower layers led to the worst turf quality for football field.

Key words: rhizosphere layer structure; sediment concentration; lawn quality