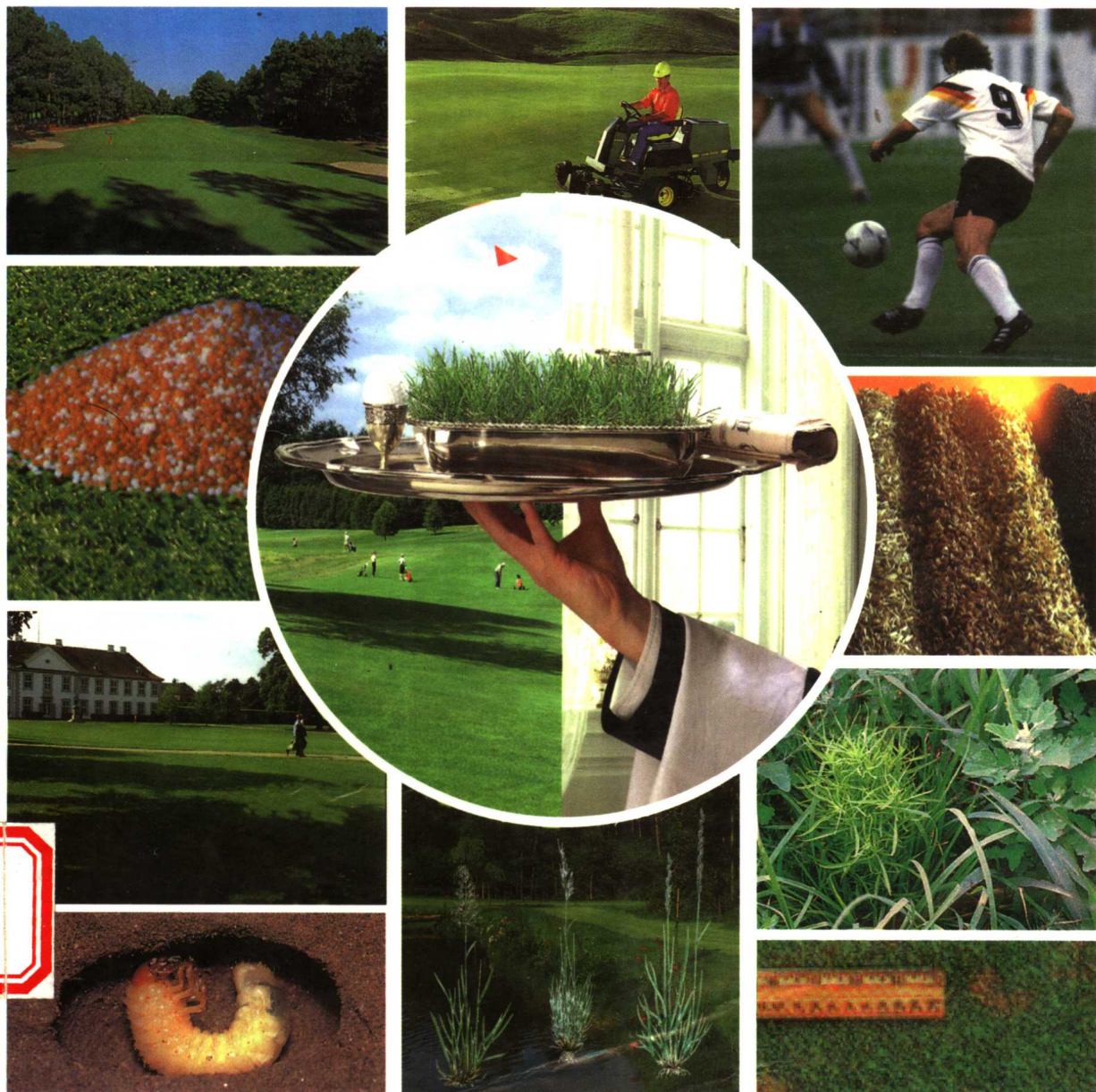


草坪全景

草坪建植与管理手册

韩烈保 田地 牟新待 主编



中国林业出版社

草坪建植与管理手册

主 编 韩烈保 田地 牟新待
副主编 王红英 白史且 李敏(女)
张德罡 袁庆华

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

草坪建植与管理手册/韩烈保 等主编. - 北京: 中国林业出版社, 1999.4
(草坪全景)

ISBN 7-5038-2251-1

I. 草… II. 韩… III. 草坪-观赏园艺-手册 IV. S688.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 07365 号

草坪建植与管理手册

出版 中国林业出版社 (北京市西城区刘海胡同 7 号)

邮编 100009

印刷 三河市富华印刷厂

发行 新华书店北京发行所发行

版次 1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月第 1 次印刷

开本 787mm×960mm 1/16 印张: 19.5

字数 354 千字

印数 1~5000 册

定价 35.90 元

《草坪全景》丛书编委会

主 编 韩烈保

副主编 孙吉雄 [美] 詹姆斯 B·比尔德 陈佐忠 牟新待

常务编委 (按姓氏笔画排序)

丁 波	[澳] 大卫·奥尔德斯	马有林
王 琦	王晓明 王晓林 王慧敏	邓菊芬
田 地	白史且 孙 明 刘开建	孙本信
刘德荣	李 敏 杨 碚 张运乃	吴秀丽
吴伯志	张青文 陈宝书 辛国荣	李善林
郑松岩	[澳] 胡先登 俞国胜	赵美琦
党四清	高彩霞 曹文波 黄必志	梁树友
曾建成	韩烈刚 解亚林	

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁 军	于凤芝	尹 公	王 刚	王红英
兰善华	牟芝兰	李敏 (女)		杨纯奇
张德罡	席嘉宾	徐 静	袁庆华	鲁 挺

内 容 提 要

本书对草坪植物学基础、草坪植物营养与施肥、草坪土壤与施肥、草坪绿地规划与设计、球场及道路防护草坪、种子和草皮生产、坪床处理技术、草坪建植技术、草坪养护技术、草坪杂草及其防治、草坪病虫害及其防治、草坪机械等进行了全面、系统地阐述，是我国第一本介绍草坪建植与管理的图书。

该书为园林、建筑、环境等专业师生、科技工作者和从事草坪业生产、经营、销售人员及其他社会读者的重要参考书。

前言

历时 5 年的筹划和费尽心思的编写,由国内外 50 多位草坪学专家、企业家和工作者共同编著的《草坪全景》丛书就要出版了。作为该套丛书的主编,我的心情甚为激动,同时又觉责任重大,唯恐这套丛书难以满足广大读者的需要。1994 年在我主编的《草坪管理学》出版之时,就曾有人建议我们编著出版类似这样一套丛书。经与有关人士共同探讨和交流,大家对此项工作都具有浓厚的兴趣,于是我们就组成了一个有多方面人才的编委会,并很快地投入到了实质性的编写工作。在编著过程中查询了大量的国内外文献和资料,广泛征求了各方面的建议,几易其稿,最后由我和甘肃农业大学牟新待教授共同审阅定稿。

《草坪全景》丛书几乎囊括了草坪科学和草坪业中所有的领域,包括《草坪植物种子》、《草坪草种及其品种》、《运动场草坪》、《绿地草坪》、《高尔夫球场草坪》、《草坪机械》、《草坪营养与施肥》、《草坪病害》、《草坪虫害》、《草坪杂草》、《草坪建植与管理手册》等 11 部著作。每一部著作都力求涵盖国内外在该领域中的最新成果与技术。既有丰富的理论知识,又有操作性强的实践经验。所有参加编著的人员多年来都一直在从事其所在领域的研究和实际工作。这里,我要真诚地感谢所有为该书编著和出版付出心血、提供帮助的人们,没有他们的付出,这套丛书是很难与广大读者见面的。

草坪科学和草坪业在我国是近几年才兴起的年轻科学和产业,其知识体系还有待丰富和完善。但愿此套丛书的出版能够在一定程度上对我国草坪科学和草坪业的发展起到推动和促进作用。

我们即将步入 21 世纪,社会要发展,就必须坚持可持续发展的方针。草坪作为环境的重要组成部分,越来越受到人们的重视。随着我国草坪科学和草坪业的进一步发展,这套丛书也将更加充实和完善。

这套丛书总字数 300 多万字,涉及的内容极为广泛。系统地同期出版如此全面的草坪学著作,在国内外当属首次。由于时间仓促,编著者的水平有限,错误和遗漏之处在所难免,在此诚挚地希望广大读者批评指正。



1999 年 3 月 12 日于北京林业大学

目 录

前 言

第一章 草坪植物学基础 (1)

第一节 草坪植物的形态特征 (1)

一、禾草的器官及其发育 (1)

二、禾草的株丛类型 (6)

三、双子叶植物的器官及其发育 (8)

第二节 草坪植物的分类学基础 (11)

一、植物分类学上常用术语 (11)

二、草坪草的植物学分类 (14)

第三节 草坪植物的生理生态特征

(18)

一、草坪植物对生态环境的要求 (18)

二、草坪植物的抗逆性 (21)

三、世界草坪草气候生态区划 (24)

四、中国草坪草气候生态区划 (25)

第四节 地被植物及庭院花卉和

观赏树木 (30)

一、耐荫地被植物 (30)

二、庭院花卉 (33)

三、观赏风景树木 (36)

第二章 草坪植物营养与施肥 (38)

第一节 草坪植物对气候环境的

要求 (38)

一、光照时间与质量 (38)

二、温度和有效积温 (38)

三、水分和大气湿度 (39)

第二节 草坪植物的营养生理 (40)

一、氮素营养 (40)

二、磷素营养 (41)

三、钾素营养 (43)

四、微量元素营养 (44)

第三节 草坪植物营养缺乏症及

其防治 (46)

一、缺氮的诊断与防治 (46)

二、缺磷的诊断与防治 (48)

三、缺钾的诊断与防治 (50)

四、微量元素缺乏症 (51)

第三章 草坪土壤 (53)

第一节 土壤的物理特性 (53)

一、土壤质地与结构 (53)

二、土壤容重 (56)

第二节 土壤的化学特性 (56)

一、土壤田质与基础营养元素 (56)

二、土壤的酸碱度 (58)

第三节 土壤耕作 (60)

一、土壤耕作的要求 (60)

二、土壤耕作技术 (60)

第四章 草坪绿地规划设计 (62)

第一节 草坪绿地系统规划 (62)

- 一、草坪绿地的分类 (62)
- 二、草坪绿地的指标体系 (64)
- 三、草坪绿地系统规划的原则及目标 (65)
- 四、草坪绿地系统规划的方法 (67)
- 五、草坪绿地规划文件编制工作 (68)

第二节 草坪绿地的组成要素 (69)

- 一、草坪绿地植物 (69)
- 二、草坪绿地的建筑物 (70)
- 三、地形及改造 (71)

第三节 草坪绿地景观美学 (73)

- 一、草坪绿地的美学因素 (73)

二、景观美学及造景 (75)

三、草坪绿地的美学评价 (76)

第四节 草坪绿地规划图编制 (77)

- 一、草坪绿地建设图绘制 (77)
- 二、草坪绿地种植图绘制 (80)
- 三、施工计划编制 (83)

第五节 草坪绿地的计算机制图 (84)

- 一、计算机制图的意义 (84)
- 二、制图软件及应用 (84)
- 三、3D Studio 的结构 (85)
- 四、3D Studio 对硬件的基本要求 (85)
- 五、3D Studio 的安装和操作 (86)
- 六、实例 (高尔夫球场发球台) (87)

第五章 球场及道路防护草坪 (88)

第一节 高尔夫球场草坪建植规划设计 (88)

- 一、高尔夫球场设计原理 (88)
- 二、高尔夫球场建场地选择和布局 (90)
- 三、高尔夫球场的供水系统和排水系统 (95)
- 四、高尔夫球场的果岭设计 (97)
- 五、高尔夫球场发球台设计 (101)
- 六、球道和障碍区设计 (103)
- 七、高尔夫球场的配套设施 (105)

第二节 足球场草坪建植的规划设计 (106)

- 一、足球场面积和草坪质量标准 (106)
- 二、足球场排灌系统设计 (110)

三、足球场坪床设计及处理 (112)

四、足球场草坪的特殊管理 (114)

第三节 赛马场、滚木球场、网球场和棒球场草坪规划设计 (116)

- 一、赛马场草坪的规划设计 (116)
- 二、滚木球 (草坪保龄球) 场的规划设计 (119)
- 三、网球场草坪的规划设计 (120)
- 四、棒球场草坪的规划设计 (123)

第四节 道路防护草坪规划设计 (124)

- 一、道路防护草坪的特点和设计目标 (124)
- 二、道路防护草坪建植的方法 (126)

第六章 种子和草皮生产 (129)

第一节 草坪种子检验 (129)

- 一、草坪种子净度分析 (129)
- 二、草坪种子活力的测定 (130)
- 三、草坪种子检验规程 (132)
- 四、种子储藏和运输 (134)

第二节 植生带生产工艺 (135)

- 一、植生带材料选择与加工 (136)
- 二、植生带的储存和运输 (136)
- 三、植生带的铺设技术 (137)

第三节 草皮生产技术 (137)

草皮的生产技术 (137)

第七章 坪床处理技术 (139)

第一节 盐碱土处理 (139)

- 一、排碱洗盐 (139)
- 二、种植耐盐植物改土 (139)
- 三、施有机肥改土 (139)

第二节 酸性土壤改良 (140)

- 一、施石灰和磷酸钙粉 (140)
- 二、选用耐酸草坪植物 (141)

- 三、常用土壤改良剂 (保水剂、疏松剂) (141)

第三节 地面清理和土壤消毒 (141)

- 一、树桩和杂物清理 (141)
- 二、杂草种子的处理 (141)
- 三、土壤病虫害消毒 (142)
- 四、陡坡地的设计和施工 (142)

第八章 草坪建植技术 (144)

第一节 草坪坪用性状选择 (144)

- 一、草种单播、混播及组合 (144)
- 二、营养繁殖材料 (146)
- 三、乔灌木栽植施工程序 (147)

第二节 播种 (147)

- 一、种子播种方法 (147)
- 二、种苗移栽措施 (149)
- 三、植生带铺植技术 (150)

第三节 新建草坪的管理 (150)

- 一、覆 盖 (150)
- 二、浇 水 (151)
- 三、地表覆土及镇压 (151)
- 四、清除杂草 (152)
- 五、修 剪 (152)
- 六、病虫害防治 (152)

第九章 草坪养护技术 (154)

第一节 修剪 (154)

- 一、修剪原理 (154)
- 二、修剪时间和频率 (155)
- 三、修剪高度 (155)
- 四、修剪质量 (156)

第二节 施肥 (156)

- 一、施肥原理 (156)
- 二、施肥量的计算方法 (157)
- 三、肥料的类型和施用 (157)
- 四、施肥的方法 (158)
- 五、施肥时间 (159)
- 六、注意事项 (159)

第三节 草坪滚压 (159)

- 一、滚压的作用 (159)
- 二、滚压和打孔 (160)
- 三、滚压方法 (160)

第四节 灌水与排水 (161)

- 一、草坪土壤水分调节与控制 (161)
- 二、草坪植物的耗水量 (161)
- 三、灌水时间和灌水量 (161)
- 四、灌水质量标准 (162)
- 五、排水技术要求 (162)

第五节 草坪辅助养护 (162)

- 一、中耕和松土 (162)
- 二、拖 平 (163)
- 三、退化草坪修复 (163)
- 四、草坪着色剂 (164)
- 五、草坪花纹装饰方法 (164)

第六节 专用草坪养护 (164)

- 一、足球场草坪养护 (164)
- 二、高尔夫球场果岭草坪养护 (166)
- 三、草坪网球场养护 (167)

- 四、棒球场草坪的养护 (167)
- 五、保龄球(滚木球)场草坪养

护 (167)

- 六、跑马场草坪养护 (168)

第十章 草坪杂草及其防治 (169)

第一节 概 述 (169)

- 一、杂草的产生 (169)
- 二、杂草的含义 (170)
- 三、草坪杂草的危害 (170)

第二节 草坪杂草的种类 (172)

第三节 草坪杂草的分类 (175)

- 一、按生物学特性分类 (175)
- 二、按生态学分类 (177)

第四节 化学除草剂及其应用原理 (178)

- 一、化学除草剂类型 (178)
- 二、化学除草剂的剂型 (179)
- 三、化学除草剂杀草作用的机理 (180)
- 四、化学除草剂选择性机理 (182)

第五节 草坪杂草化学治理 (183)

- 一、建植草坪前除草剂的施用 (183)
- 二、种子播种建植的草坪除草剂的施用 (183)
- 三、种子直播草坪除草剂的施用 (184)
- 四、成熟草坪除草剂的施用 (184)
- 五、各种杂草对除草剂的敏感性 (184)

第十一章 草坪害虫及其防治 (192)

第一节 地下害虫 (192)

- 一、金龟甲类 (192)
- 二、蝼蛄类 (197)
- 三、金针虫类 (201)
- 四、地老虎类 (206)
- 五、拟步甲类 (207)
- 六、根蟠类 (209)
- 七、地下害虫防治方法 (210)

第二节 地上害虫 (212)

- 一、蚜虫类 (212)
- 二、叶蝉类 (213)
- 三、秆蝇类 (214)
- 四、粘虫类 (215)
- 五、赤须盲蝻 (216)
- 六、地上害虫防治方法 (216)

第十二章 草坪病害及其防治 (218)

第一节 非传染性病害的诊断和鉴定 (218)

- 一、非传染性病害常见症状类型 (218)
- 二、非传染性病害的鉴定方法 (219)

第二节 传染性病害的诊断和鉴定 (219)

- 一、真菌病害 (219)
- 二、细菌病害 (221)
- 三、病毒病害 (222)

第三节 草坪病害发生机制及侵染过程 (223)

- 一、草坪病害发生机制 (223)

- 二、草坪病害的侵染过程 (226)

第四节 草坪病害的防治 (228)

- 一、植物检疫 (228)
- 二、抗病育种 (229)
- 三、草坪管理措施 (231)
- 四、化学防治 (232)
- 五、生物防治 (233)

第五节 草坪主要病害及防治 (234)

- 一、炭疽病 (234)
- 二、铜斑病 (235)
- 三、币斑病 (236)
- 四、镰刀菌枯萎病 (237)

五、褐斑病 (238)	八、尾孢叶斑病 (241)
六、锈 病 (239)	九、腐霉病 (242)
七、白粉病 (240)	十、红丝病 (244)
第十三章 草坪机械	(246)
第一节 土壤耕作机具 (246)	四、镇压器 (279)
一、拖拉机 (247)	第四节 植保用具 (280)
二、犁 (250)	一、喷雾机 (器) (280)
三、耙 (252)	二、喷粉机 (器) (281)
四、旋耕机 (252)	三、烟雾机 (281)
五、平整机具 (254)	第五节 园林工具简介 (282)
六、开沟机 (器) (255)	一、播种机 (282)
七、管道铺设机具 (255)	二、喷播机 (283)
第二节 喷灌设备 (257)	三、撒土机 (284)
一、喷灌系统的设计 (257)	四、起草皮机 (284)
二、喷 头 (263)	五、手提草坪草采种器 (285)
三、喷灌机具 (268)	六、其他园林工具 (285)
四、喷灌系统自动化 (268)	七、无土育苗器具 (287)
第三节 养护机具 (269)	第六节 保温设备 (288)
一、修剪机具 (269)	一、足球场冬季保温装置 (288)
二、施肥机具 (275)	二、夏季遮阳塑料铺设 (289)
三、松土机具 (276)	三、土壤增温设备 (289)
附 表	(290)
附表 1 常见草坪草中、拉、英名对照表 (290)	度 (292)
附表 2 常见草坪杂草名录 (291)	附表 4 草坪常用农药名称及特性 (292)
附表 3 常见草坪草种子千粒重、每克种子粒数, 单播种子用量和发芽温度 (295)	附表 5 常用园林建筑材料技术参数 (295)
后 记	(296)

第一章

草坪植物学基础

第一节 草坪植物的形态特征

一、禾草的器官及其发育

(一) 禾草的根系

当禾草种子萌发时, 胚根(初生根)突破胚根鞘, 向下伸入土壤吸收养料。在胚根生长和生活过程中, 同时在其基部分生出不定根(次生根)。胚根在播种当年死亡, 禾草以后的生长全靠次生根吸收养料。次生根虽然分枝, 但不能形成主根, 而且新的次生根都是从老根基部长出, 因而使禾草的根系呈须状分布于土层中。

有根状茎的禾草如草地早熟禾, 在其地下匍匐茎生长延长的同时, 其节上产生大量次生根, 因而早熟禾建植的草坪, 其地下部分除了具备根的生理功能的“真根”外, 还有相当数量的根状茎。根状茎与根的区别在于根无节存在, 而根状茎有明显的节和节间(图 1-1)。

草坪禾草的根系既是植物吸收水分和矿物养料的营养器官, 又是形成草皮, 增加草坪弹性的主要物质。多数草坪禾草属于中生或中—湿生类群, 其地下部分的数量与地上部分相当, 主要分布于 0~10cm 的土层中, 对深层土壤中的水分和矿物养分难以利用, 所以必须

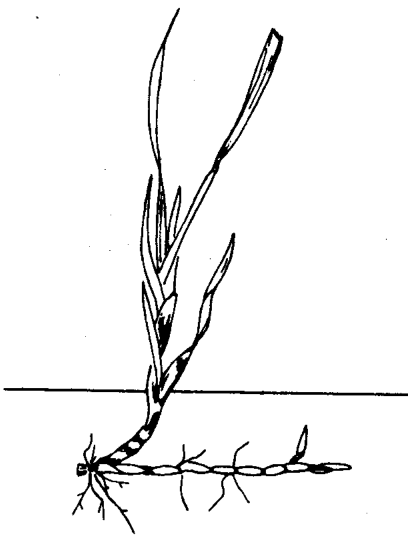


图 1-1 禾草的根状茎和须根

勤浇水和少量多次施肥，才能保持草坪草良好生长发育。

多年生禾草次生根的寿命如同地上枝条（蘖）一样，在不良气候和土壤贫瘠条件下，其地上枝条死亡的同时，地下根系也发生死亡。当气候适宜，土壤水分和养分充足时，地上枝条旺盛生长的同时，其地下根系也强烈生长，并在枯死根的基部分生出新根。通常新根的产生和生长与地上分蘖芽的形成和生长是同步的，如草地早熟禾在秋末形成越冬芽时，其老根的基部也产生大量的新芽，越冬后第二年春季长成主要根系。

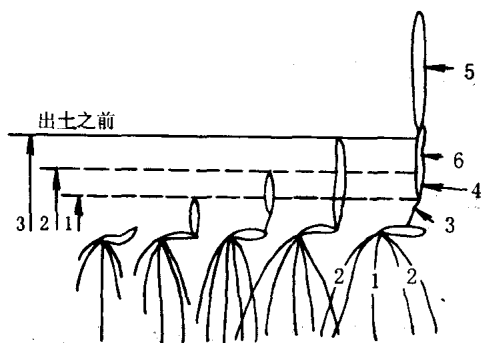


图 1-2 燕麦幼苗的根和子叶生长速度比较

1. 胚根 2. 次生根 3. 上胚轴
4. 生长锥 5. 子叶 6. 胚芽鞘

据观察，根的生长速度大于地上的茎叶（图 1-2）。地上茎叶由于顶端生长优势和向光性，多呈垂直生长，而根系则向土层中的“自由空间”延伸，向着最适生态位生长。当地下空间被不同个体的根系充满后，生态竞争便十分激烈，生活力强大的个体被保留，而弱小个体则从种群中死亡，根系分解后被其他个体利用。草坪草在苗期出现大量幼苗死亡，除了环境不适应外，地下根系竞争力弱也是其死亡

原因之一。当成坪后，禾草在分蘖中也存在强弱之争。分蘖旺盛和枝条多的个体，根系多、根量大，而弱小植株则根少，生长不良。

根吸收水分和养料主要由根毛完成。根毛是突出于表皮的单个细胞。根的生长主要由位于根冠后的分生组织细胞的分裂产生。根冠对分生组织起保护作用，以防止根在生长过程中穿过土壤时对分生组织细胞的损伤。根冠的细胞由根尖分生的新细胞不断补充更新。根尖细胞不断分裂，推动根冠穿越土粒间隙，在植物生长激素作用下，新细胞不断伸长和分化，构成根的输导组织和生长组织——形成层束。输导组织的功能是将根吸收的水分和矿物养料向上输送至茎叶，并将茎叶光合作用形成的有机物质输送至根系。

根毛是根的表皮细胞，其作用在于增大吸收养料的表面积。根表皮与土壤中水分和养料的交换吸收，主要靠渗透压或渗透势，若土壤中的物质浓度低于根部细胞液浓度，则水分和养料便渗入根细胞。禾草的根因遗传基因控制，对土壤中的矿物离子有选择作用，如碱茅和芨芨草有泌盐作用，使 Na^+ 、 Ca^{++} 、 Cl^- 等物质富集于根系表面。若土壤的溶液浓度高于根细胞的浓度，便形成反渗透，造成植物体细胞脱水，因生理干旱而致死。吸收 O_2

放出 CO_2 也是根的生理功能, 通气性差的土壤草坪草生长不良。

(二) 禾草的茎

草坪禾草的茎有 3 种类型, 即直立枝、匍匐茎和根状茎。前两者可称为地上枝, 后者则为地下枝, 直立枝又可分为生殖枝和营养枝。禾草的根与茎相连接部分称为茎基, 茎基是缩短了的茎, 其节间十分短, 节与节几乎重叠, 由节上的腋芽分生出的侧枝通称为蘖, 此茎基节则称为分蘖节。分蘖节有叶鞘包围, 若腋芽生长不穿透叶鞘, 其分蘖枝条紧贴老茎生长, 则禾草株丛枝条紧密, 称为密丛型分蘖。若腋芽发育的新枝条穿透茎基叶鞘, 新枝条有一定的张角, 形成疏丛型分蘖。紫羊茅和硬羊茅都是密丛型禾草, 而高羊茅和多年生黑麦草则为疏丛型草坪草。

茎与根的区别是茎有节和节间。节是叶片和腋芽的着生点, 除了分蘖节的腋芽产生地上或地下枝条外, 匍匐茎和根状茎上的节也可产生地上与地下枝条。节间是茎伸长的主要部位, 茎发育的早期, 节间分生细胞组织强烈发育, 使节间加长加粗。匍匐茎和根状茎的节既能产生新枝条, 又能产生不定根, 构成植株的营养器官。由于匍匐茎和根状茎的节能产生新枝条及不定根, 故能利用其匍匐茎或根状茎作为无性繁殖材料进行建坪。有些草坪禾草如草地早熟禾、匍匐紫羊茅、匍匐翦股颖等的地下根状茎的节间很短, 这种根状茎常以斜向和横向生长, 斜向上生长根状茎达到地表附近时, 因获光照而导致节间生长停止, 形成新的地上枝条。水平横向生长地下根状茎, 由于先端苞片和芽鞘的向光性, 当达到有光照的地表下时, 便也向上生长成新的地上枝条。

匍匐茎是沿地表面生长的枝条, 其节间较长, 节上可产生不定根和新枝条, 新枝条有水平状匍匐茎和垂直向上的生殖枝。匍匐茎的节上不断生长新的叶片和腋芽, 使匍匐茎不断分枝和延伸繁衍(图 1-3), 并可无限地生长延伸下去, 形成交错的匍匐茎层。若加盖肥土层不超过生长顶芽的穿透能力, 顶芽和叶片可吸收阳光, 则匍匐茎的部分便成为根状茎, 节上新生的枝条转为地上匍匐枝。

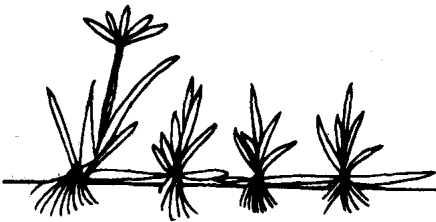


图 1-3 狗牙根的匍匐茎及生长模式

除了竹类植物外, 一般禾草的地上直立茎是无分枝的, 其分枝都是在茎基以分蘖的方式产生地上枝条。草坪禾草的茎除节外, 节间多是空心, 其形成层以束状分布于髓部, 所以茎由茎基或节上生长出后不再加粗, 只是节间

伸长。

多年生禾草地上直立茎，尤其是生殖枝，通常当年死亡，第二年由其基部的越冬腋芽再长新枝，而地面匍匐茎的寿命则依生存条件不同，老茎当年死亡或越冬后繁殖出新枝后死亡。通常秋季形成短营养枝或越冬芽，第二年多发育成生殖枝，完成开花结实后即死亡，而春夏形成的枝条一般不能开花结实，越冬后多数死亡。所以，草坪禾草的茎是在生长过程中不断更新的动态过程，其茎不断形成和生长，又不断死亡和更新。草坪在频繁修剪下，地上直立茎被剪掉，减少了开花结实对营养物质的消耗，促进营养物质向新萌发枝条的转移，因而加速分蘖形成致密草坪。

(三) 禾草的叶片

叶片是植物进行光合作用的主要器官。保持足够数量的叶片，是维持草坪健康生长和使用寿命的重要条件。禾草的叶片由叶鞘、叶舌和叶身组成。叶鞘是连接茎节与叶身的抱茎部分，由于厚壁组织较多，可以保护茎的顶芽抵御不良环境。叶耳是叶身与叶鞘连接处伸长抱茎的突出部分，有些禾草有叶耳，而有些则无叶耳，因而叶耳的有无是鉴别幼苗或营养体的种属特征之一。

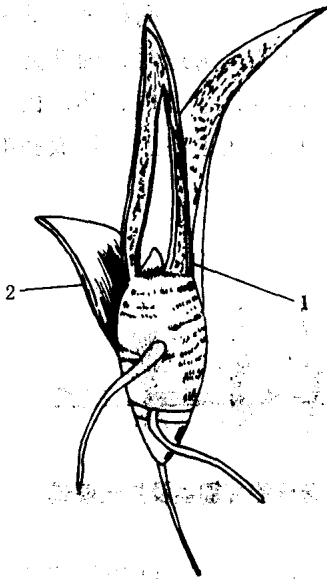


图 14. 叶原基的形态

1. 生长点 2. 茎部叶原基

禾草叶片的生长起源于茎端的叶原基。禾草的叶原基是由茎端生长点分生组织所形成，每个叶原基（图 1-4）都有自己的居间分生组织，它是叶片成长的基础。多数草坪禾草的茎在发育时，可产生 5~10 个叶原基，因而一个地上枝条上可以长出 5~10 片叶。叶原基的居间分生组织分化为上部和下部两个不同的分生组织。上部分生组织形成叶片，下部分生组织发育成叶鞘。茎叶尖从叶鞘中伸出时，上部居间分生组织停止分裂，叶片的伸长是叶基部的细胞分裂和伸长结果。叶片完全长成后，叶鞘基部的分生组织还保持一段时间的活力，因此，叶片最老的部分是叶尖，而最幼嫩的部分是叶鞘基部。两个叶原基之间的部分为茎的节间，随着茎的顶端生长，叶原基向上位移，新产生的叶片就高出于老叶片之上。

叶片有一个从形成到衰老死亡的过程，而且其寿命比茎短。新生长的幼龄叶和新叶完全展开后的壮龄叶是生理功能最

强的叶；当禾草叶片的叶尖显黄、叶色变淡时，即进入衰老期，此时光合作用的能力下降，其形成的光合作用营养物质数量逐渐小于呼吸消耗的数量，叶片逐渐死亡直至脱落。所以禾草叶片的生长发育也是一个从幼年到老年的动态过程。修剪草坪可使部分老叶移出，增加群落新叶的数量，从而有利于草坪草新叶生长。叶片从老叶鞘出现至第二片叶出露，称为叶片出露间隔期，在春季约为5~7天，而在秋季则延至20~30天。禾草新叶片成长中伸长速度很快，但长成壮龄叶后，叶片再不伸长。水肥条件和温度适宜下，多年生黑麦草和高羊茅24小时可伸长1~1.5cm。为了减少修剪作业次数，应控制水肥或喷施乙烯利等抑制剂，降低叶片的伸长速度。新叶片出露间隔期和伸长速度，因草坪草的草种品种、水肥和气候条件而异。

(四) 禾草的花和果实

禾草的花和果实是它们的繁殖器官之一。尽管现代科学可以将植物任何部位的体细胞进行培养产生新的植株，但多数草坪草仍以种子来繁殖新植株。禾草的生殖枝在其顶端生长点分化出生殖细胞群，产生穗轴、小穗梗、内外稃、内外颖、雄蕊、雌蕊和子房。禾草的花是由小穗组成的，一个小穗内通常有3朵小花，每朵小花由内外稃、子房、浆片、柱头（雌蕊）、花药（雄蕊）组成（图1-5）。3朵小花下部有两个颖片，这两个颖片相当于显花植物的花托。内外稃在授粉后发育成果皮，子房上有两个羽毛状的柱头，是接受花药成熟花粉的生殖器。花药（雄蕊）由3根花丝组成，开花时药丝迅速伸长，花粉成熟释放后便枯萎。子房旁边的浆片是张开稃片的弹簧，吸水膨胀使花朵开放，一个小穗中的3朵小花授粉后多数禾草仅有一朵花能发育成颖果，其余两朵败育，即一个小穗形成一粒种子。

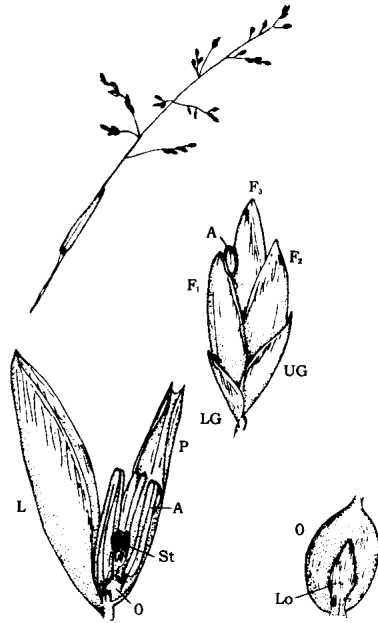


图1-5 一年生早熟禾 (*Poa annua*) 的花序

A. 花药 F₁. 第一小花 F₂. 第二小花
F₃. 第三小花 UG. 上颖片 LG. 下颖片
L. 外稃 P. 内稃 O. 子房 Lo. 浆片
St. 柱头

禾本科植物中有些种如玉米是雌雄异花，雄花生长植株顶端，雌花（果穗）生长在叶腋间，雌花必须通过雄花的授粉才能形成玉米籽粒。多数禾草

与玉米相似有一个雌雄花授粉的有性繁殖过程。但也有部分禾草如早熟禾则是没有真正的雌雄配子而能形成种子，这一过程称为无融合生殖，其种子发育成的植株与母本植株相同。

禾草花中的子房受精后发育成的果实，由果皮（内外稃片）、种皮（子房壁）、胚和胚乳组成（图 1-6）。禾本科植物在农学意义上的种子实际是果实。颖果内真正的种子含有高度进化的胚，位于果实的一端，与提供营养的胚乳相邻。胚与胚乳各自所占比例因种各异，胚中的单子叶或盾片系一较大的椭圆形组织，紧贴胚乳着生，胚芽与胚根轴位于盾片中央（图 1-7）。种子萌发时，胚芽鞘保护着胚芽和胚根的扩展，并使果裂开，与此同时，胚根穿过其保护器官胚根鞘而长成根系。

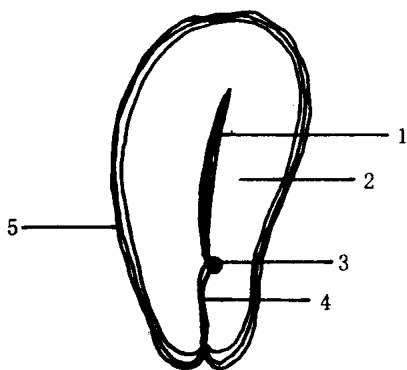


图 1-6 禾草果实的结构

1. 子叶 2. 胚乳 3. 胚芽
4. 胚根 5. 种皮

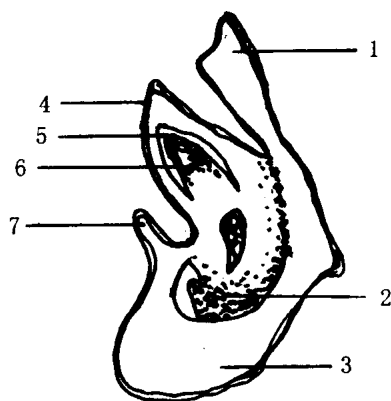


图 1-7 禾草种子萌动时胚芽与胚根的纵剖面

1. 盾片 2. 胚根冠 3. 胚根鞘 4. 胚芽
5. 第一子叶 6. 第二子叶 7. 外胚叶

二、禾草的株丛类型

草坪禾草的株丛类型是枝条和叶片由茎基或根状茎节上长出后所形成的植株形态，通常称为分蘖类型。分蘖是茎分枝的一种形式。由于产生分枝的部位不同，可使草坪禾草形成不同的株丛形态。它是植物种的遗传属性，一般环境和人工是不能改变的特征。牧草中的株丛类型是指叶片着生的部位差异而分的类别如上繁草、下繁草、莲座叶等。认识禾草的株丛类型对草坪草种选择、组合和管理具有重要实践意义。利用禾草的分蘖特性差异，不但能