

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 015-2021

干旱半干旱煤矿区微生物复垦 技术规程

2021年3月1日 发布

2021年3月16日 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发布

目 录

前 言.....	4
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
3.1 生态恢复 ecological restoration.....	2
3.2 土地复垦 land reclamation.....	2
3.3 微生物菌肥 microbial fertilizer.....	2
3.4 微生物复垦 microbial reclamation.....	2
4 土壤重构.....	2
4.1 一般规定.....	2
4.2 充填工程.....	2
4.3 土壤剥覆工程.....	3
4.4 平整工程.....	4
4.5 坡面工程.....	4
4.6 清理工程.....	5
5 植被重建.....	5
5.1 植物选择.....	5
5.2 植物种植.....	6
5.3 覆盖与镇压.....	6
6 微生物复垦技术.....	7
6.1 技术原理.....	7
6.2 菌肥种类.....	7
6.3 运输条件.....	7
6.4 保存方法.....	7
6.5 活性检测.....	7
6.6 施用方法.....	8

7 管护工程.....	9
7.1 灌溉工程.....	9
7.2 苗期管理.....	9
8 定位监测工程.....	9
8.1 植物根系生长监测.....	9
8.2 土壤有机质监测.....	10
8.3 土壤水分监测.....	10
附录 A 土地损毁类型.....	11
附录 B 干旱半干旱区适宜栽植的植被种类.....	12

前 言

随着微生物复垦技术的日益成熟，其发挥的生态修复效果逐渐显现，为我国干旱半干旱煤矿区土地复垦和生态重建可持续发展开辟了新的技术方法，使土地复垦研究工作走上科学化、规范化轨道，提高了复垦土地质量和成效，为全国煤矿区微生物复垦工程建设提供了操作规范，特制定《煤矿区微生物复垦》系列标准。

本系列标准共分为《干旱半干旱煤矿区微生物复垦 规划设计通则》、《干旱半干旱煤矿区微生物复垦 技术规程》《干旱半干旱煤矿区微生物复垦 检查验收规定》、《干旱半干旱煤矿区微生物复垦 效应评价方法》四个部分。本标准是其中的第二项标准，主要规定了干旱半干旱煤矿区微生物复垦技术的流程要求、质量控制、工程管护和监测分析。

本标准的附录 A、B、C 是资料性附录。

本标准由中国矿业大学（北京）提出并归口，由中国矿业大学（北京）负责解释。

本标准负责起草单位：中国矿业大学（北京）煤炭资源与安全开采国家重点实验室、中国矿业大学（北京）矿山生态修复研究院、西安科技大学西部矿山生态环境修复研究院、中关村绿色矿山产业联盟

本标准主要起草人：毕银丽、彭苏萍、全文智、张延旭、王淑惠、肖礼、王亮

干旱半干旱煤矿区微生物复垦 技术规程

1 范围

本规范规定了干旱半干旱煤矿区微生物复垦的技术规程,包括挖损土地微生物复垦工程技术要求、塌陷土地微生物复垦工程技术要求、排土(岩)场土地微生物复垦工程技术要求、尾矿库土地微生物复垦工程技术要求、煤矸石山微生物复垦工程技术要求。

本规范适用于西部干旱、半干旱气候范围内矿区微生物复垦项目工程技术要求。

2 规范性引用文件

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。所有标准都会被修订,使用本标准的各方,应按下列标准的最新版本执行。

- DZT 0239-2004 泥石流灾害防治工程设计规范
- DZT 0240-2004 滑坡防治工程设计与施工技术规范
- DB15/T 1358-2018 露天煤矿生态恢复牧草复垦技术规程
- GB 3095-1996 环境空气质量标准
- GB 3838-2002 地表水环境质量标准
- GB 15618-1995 土壤环境质量标准
- GB 18599-2001 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
- GB 18877-2002 有机-无机复混肥料
- GB 20287-2006 农用微生物菌剂
- GB 50288-2018 农田灌溉与排水工程设计规范
- GB 51018-2014 水土保持工程设计规范
- GB/T 15773-2008 水土保持综合治理验收规范
- GB/T 2930.4-2017 牧草种子检验规程
- NY/T 883-2004 农用微生物菌剂生产技术规程
- NY/T 1113-2006 微生物肥料术语
- NY/T 1535-2007 肥料合理使用准则 微生物肥料
- SL 277-2002 水土保持监测技术规程
- TD/T 1012-2016 土地整治项目规划设计规范

TD/T 1031-2011 土地复垦方案编制规程

TD/T 1048-2016 耕作层土壤剥离利用技术规范

T/HXCY 038-2020 微生物菌肥修复退化高寒草原土壤技术规程

3 术语和定义

3.1 生态恢复 ecological restoration

使受损生态系统的结构和功能得以恢复的过程。

3.2 土地复垦 land reclamation

指对被破坏的土地，通过采取综合整治措施，使其恢复到可供利用状态的活动。

3.3 微生物菌肥 microbial fertilizer

以活性（可繁殖）有益微生物为主体，根据土壤微生物学原理和植物营养学原理配置出的一类新型生物肥料。

3.4 微生物复垦 microbial reclamation

用微生物的接种优势，对土壤进行综合治理与改良，促进植被生长发育的一项生物技术。

4 土壤重构

4.1 一般规定

4.1.1 依据煤矿区土地损毁方式、程度和生产建设工艺等，将土地损毁类型设置为二级分类。一级类型为生产建设活动损毁的土地，包括挖损土地、塌陷土地、压占土地等；在一级分类的基础上继续进行二级类型划分，土地损毁类型划分参见附录 A。

4.1.2 在划分的二级土地损毁类型的基础上，归纳各土地损毁类型的土地复垦工程模式和措施，设计工程实施技术路线。

4.1.3 矿区微生物复垦应在主体设计基础上，结合矿山设计规范、安全条例，复垦场地的利用方向，统筹应用各类生态工程，避免微生物复垦工程给相关安全监测带来负面影响。

4.2 充填工程

4.2.1 对矿山开采产生的地裂缝、塌陷地进行充填前，应对其产生原因、分布范围、稳

定状态及危害程度进行分析，划分沉陷等级，制定相应的生态修复方向和目标。

4.2.2 根据沉陷等级与程度，确定出直接修复或者充填后复垦，并根据土地适宜性原则确定土地复垦方向，经济合理确定上覆土层厚度。

4.2.3 充填上覆土壤厚度，与土地利用类型有关。上覆土壤中添加微生物可以减少覆土的厚度，尽快实现生态恢复。

4.3 土壤剥覆工程

4.3.1 一般规定

4.3.1.1 科学开展矿区土壤剥覆工程，合理安排土壤剥离、运输、储存和回覆等工序工作。珍惜和保护土地资源，提高土地资源利用率。

4.3.1.2 矿山开采前，应制定科学合理的表土剥覆方案，方案包括剥离、回覆、储存等区域选择、土方量平衡计算和运输线路选择、投资估算、实施计划和保障措施等。

4.3.1.3 参考《耕作层土壤剥离利用技术规范》(TD/T 1048-2016)进行表土或土源调查。土壤评价调查内容应包括污染状况、土层厚度、土壤质地、容重、pH值、有机质和土壤类型等。视当地实际情况增加辅助指标，具体包括孔隙度、全氮、有效磷、速效钾等。

4.3.2 表土处置

(1) 表土剥离

应统筹做好耕作层剥离，对表土实行单独采集和存放，用于损毁土地的复垦。但当土壤层太薄或质地太不均匀，或者表土肥力不高，而附近土源丰富且能满足生态重建要求时，可以不对表土进行单独剥离存放。

(2) 表土堆存

表土堆放区应防止放牧、扰动等人工干扰，防止粉尘、盐碱的覆盖；表土堆放场应选择在地势较高，没有径流流入或流过区域。在堆放场地的选择上，应当尽量避免水蚀、风蚀和各种人为损毁。

(3) 表土回填

原则上种植农作物时覆土厚度 50cm 以上，耕作层不小于 20cm；用于林业种植时，在覆盖厚度 1m 以上的岩土混合物后，覆土自然沉降 30cm 以上。复垦为耕地时，覆盖土壤 pH 为 5.5-8.5，土层密度一般保持在 1.1-1.3g/cm³ 左右，含盐总量不大于 0.3%，理化性质和养分指标满足种植要求。

4.4 平整工程

4.4.1 一般规定

矿山复垦平整工程是指对矿山建设和开采过程中形成的损毁土地采取措施,使之恢复到可利用的状态,最大限度的恢复土地生产力、提高资源利用率,矿山建设和开采中挖损、塌陷、压占和污染的损毁土地,在复垦为耕地和林草地前应采取平整措施。

限制性因素调查和评价主要是调查矿区损毁区域和周边地形地貌、土地利用方向、复垦覆土土源量、立地条件等综合因素,结合矿山开采设计、区域土地复垦规划等因素,评价适宜该复垦区的平整方式。

4.4.2 田面平整

4.4.2.1 田面规模应根据方便机械和人工耕作的原则,露天采空区、废石场(排土场)顶部、尾矿库区顶部、赤泥库顶部、地采坑口场地等块状区域田面规模宜根据场地大小确定。露天终采平台、废石场(排土场)马道平台、尾矿库区马道平台、赤泥库马道平台等条形区域田面规模宜根据条形场地长度和宽度大小确定。平台外缘高向里倾斜,防止水分流失。

4.4.3 田埂(坎)修筑

复垦区域内石料充足、抗风化能力强、稳定性好的,宜修筑石质田埂(坎)。复垦区域内石料短缺、土料质地较好、抗剪强度高,宜修筑土质田埂(坎),土坎需要人工夯实。土埂(坎)的高度应根据复垦区土质粘着力而定,土质粘着力愈小坎愈矮,田埂(坎)愈高外侧应愈缓。石埂(坎)高度应根据复垦区地面坡度、土层厚度等因素确定,

埂坎植物种植的目的是充分利用埂坎,提高损毁区土地利用效率;防止埂坎冲蚀破坏,保持水土,改善耕地的小气候条件;同时,通过选配具有经济价值的树种,提高复垦地经济效益。

4.4.4 场地平整

场地平整是指对不宜复垦为耕地的损毁区域,为满足复垦林草地等而进行的场地平整。

4.5 坡面工程

4.5.1 一般规定

坡面工程是对拟复垦的稳定坡面按复垦方向进行的整治工程设计,为了防止坡面风化、掉块、垮塌、水土流失等进行防护工程设计。坡面工程包括梯田、护坡(削坡)。复垦工程不得对边坡整体稳定性造成不良影响,并保持自身稳定。

4.5.2 梯田

在排土场、废石场、尾矿堆积体、工业废渣堆积体和塌陷区边坡上实施梯田修建工程前，必须进行边坡稳定性评价，边坡稳定的情况下实施梯田修建工程。

排土场、废石场、尾矿堆积体、工业废渣堆积体边坡上不宜修建水田。

4.5.3 坡面防护

(1) 坡面防护应采用工程防护与生态防护相结合的综合防护方法，临时防护措施应与永久防护措施相结合。边坡坡面防护应尽量使景观设计和环境保护相结合，并与周围自然环境和当地人文环境融合，结合边坡安全种植植物，如爬墙虎，或者采用客土喷播等岩面植生（植物防护与绿化）措施，以减少对周围环境的不利影响。

(2) 对于位于地下水和地面水较为丰富地段的边坡，其坡面防护效果的好坏直接与水体的处理密切相关，应进行边坡坡面防护与排水措施相结合的综合设计。

(3) 工程防护包括喷护、锚杆挂网喷浆、浆砌片石护坡、格构梁和护面墙等不同结构形式的工程防护。

4.6 清理工程

4.6.1 压占土地复垦工程的首要任务是建、构筑物拆除以及场地清理，对于选矿厂及机修厂等场地还需进行场地污染治理。

4.6.2 在边坡治理过程中对边坡具有安全隐患或影响植被建设的块石、危岩等进行清理。

5 植被重建

5.1 植物选择

5.1.1 植被种类选择

植被种类选择的原则：适应当地气候和土壤条件；选择适应性强、应用效能高的优良植被品种；选择容易与微生物共生、被菌根侵染的植被品种，如豆科植物；苗木质量符合国家质量标准；无性繁殖材料要求健壮、无病、芽饱满，就近供苗。

混播组合的原则：植被形态（上繁与下繁、宽叶与窄叶、深根系与浅根系）上的互补；生长特性的互补；营养互补（如豆科与禾本科）；对光、温、水、肥要求各异，不产生竞争。

5.1.2 种子处理

破除休眠：对豆科硬实种子，通过机械性处理、温水处理或化学处理，可有效破除休眠，

提高种子发芽率；对禾本科种子，通过晒种处理、热温处理或 NaOH，赤霉素处理，可有效地缩短休眠期，促进萌发。

精选去杂：采用过筛、风选、水漂、清选机破碎附属物等对杂质多、净度低的播种材料在播前进行必要的清选，提高播种质量。

5.2 植物种植

5.2.1 栽植时期选择

播种期安排在雨季来临前，根据不同植被习性，选择春播、夏播或秋播。

5.2.2 播种方式

(1) 穴播：在行上、行间或垄上按一定株距开穴点播 2 粒-5 粒种子。

(2) 条播：按一定行距一行或多行同时开沟播种、覆土后完成。

①同行条播：各种混播牧草种子同时播于同一行内,行距通常为 7.5 cm-15 cm。

②间行条播：可采用窄行间行条播及宽行条播,前者行距 15 cm,后者行距 30cm。人工或两台条播机联合作业,将豆科和禾本科草种间行播下。当播种三种以上牧草时,一种牧草播于一行,另两种分别播于相邻的两行,或者分种间行条播,保持各自的覆土深度。也可在 30cm 宽行或 15cm 窄行相间播种。在窄行中播种耐阴或竞争力强的牧草,宽行中播种喜光或竞争力弱的牧草。

③交叉播种：先将一种或几种牧草播于同一行内，再将一种或几种牧草与前者垂直方向播种，一般把形状相似的或大小相近的草种混在起同时播种。

(3) 撒播：把种子尽可能均匀地撒在土壤表面并覆土。

5.2.3 苗木栽植

(1) 穴植：指在行上、行间或垄上按一定株距开穴栽植 1 个-2 个种苗或插条。

(2) 条植：按一定株距和行距一行或多行同时开沟栽植种苗或插条。

5.3 覆盖与镇压

5.3.1 覆盖

播种后要覆土，覆土深度要严格控制。

5.3.2 镇压

在干旱半干旱地区，播后镇压对促进种子萌发和苗全苗壮具有特别重要的作用。

6 微生物复垦技术

6.1 技术原理

在矿区复垦土壤中优势有益微生物种类和数量不足，作用力有限，不能激活挖掘土壤养分的潜力及有效性。通过人为活动向土壤中增加有益微生物菌群，来刺激土壤中微生物数量和活性，明显提高干旱半干旱煤矿区土壤肥力，改善和恢复矿区生态环境。

6.2 菌肥种类

微生物菌肥包括微生物接种剂、复合微生物肥料和生物有机肥。

6.2.1 微生物接种剂

- (1) 按种类分类：细菌菌剂、放线菌菌剂和真菌菌剂等。
- (2) 按功能分类：固氮菌菌剂、根瘤菌菌剂、硅酸盐细菌菌剂、溶磷微生物菌剂、光合细菌菌剂、菌根菌剂、促生菌剂、有机物料腐熟菌剂和生物修复菌剂等。
- (3) 按菌种数量分类：单一菌剂和复合菌剂。
- (4) 按剂型分类：液体、粉剂和颗粒型菌剂。

6.2.2 复合微生物肥料

微生物经工业化生产增殖后与营养物质复合而成的活菌制品。

6.2.3 生物有机肥

微生物经工业化生产增殖后与主要以动植物残体（如畜禽粪便、农作物秸秆等）为来源并经无害化处理的有机物料复合而成的活菌制品。

6.3 运输条件

运输过程中有遮盖物，防止雨淋、日晒及高温。气温低于 0℃时采取适当措施，以保证产品质量。严禁与对微生物菌剂有毒、有害的其他物品混装、混运。

6.4 保存方法

产品应贮存在阴凉干燥的场所，避免阳光直射和雨淋。

6.5 活性检测

活性检测方法可参照《农用微生物菌剂》（GB 20287-2006）。

6.6 施用方法

6.6.1 施用时间

在植物栽种或返青初期施用。

6.6.2 施用方式

(1) 液体菌剂：

- ①拌种：将种子与稀释后的菌液搅拌均匀，或用稀释后的菌液喷湿种子，待种子阴干后播种。
- ②浸种：将种子浸入稀释后的菌液 4h-12h，捞出阴干，待种子露白时播种。
- ③喷施：将稀释后的菌液均匀喷施在叶片上。
- ④蘸根：幼苗移栽前将根部浸入稀释后的菌液中 10min-20min。
- ⑤灌根：将稀释后的菌液浇灌于植物根部。
- ⑥穴施：在尽量不破坏原始植被状态的原则上，在植被附近打出直径为 3-5cm 深为 10cm 的钻孔，将微生物菌肥填充到钻孔中的施用方式。
- ⑦表施：微生物菌肥均匀地撒施在土壤表面，并在上面用适量原土壤覆盖并轻压以减少微生物菌肥的损失施用方式。

(2) 固体菌剂

- ①拌种：将种子与菌剂充分混匀，使种子表面附着菌剂，阴干后播种。
- ②蘸根：将菌剂稀释后播种。
- ③混播：将菌剂与种子混合后播种。
- ④混施：将菌剂与有机肥或细土/细沙混匀后施用。
- ⑥穴施：在尽量不破坏原始植被状态的原则上，在植被附近打出直径为 3-5cm 深为 10cm 的钻孔，将微生物菌肥填充到钻孔中的施用方式。
- ⑦表施：微生物菌肥均匀地撒施在土壤表面，并在上面用适量原土壤覆盖并轻压以减少微生物菌肥的损失施用方式。

(3) 有机物料腐熟剂

将菌剂均匀拌入腐熟物料中，调节物料的水分、碳氮比等，堆置发酵并适时翻堆。

(4) 复合微生物肥料和生物有机肥

- ①基肥：播种前或定植前单独或与其他肥料一起施入。
- ②种肥：将肥料施于种子附近，或与种子混播。对于复合微生物肥料，应避免与种子

直接接触。

③追肥：在作物生长发育期间采用条/沟施、灌根，喷施等方式补充施用。

6.6.3 施用要求

- (1) 应根据需要确定微生物肥料的施用时期、次数及数量。
- (2) 微生物肥料宜配合有机肥施用，也可与适量的化肥配合使用，但应避免化肥对微生物产生不利影响。
- (3) 应避免在高温或雨天施用。
- (4) 应避免与过酸、过碱的肥料混合使用，避免与对微生物具有杀灭作用的农药同时使用。

7 管护工程

7.1 灌溉工程

干旱半干旱矿区灌溉方式优先采用节水灌溉，如喷管、微喷管、滴灌或其组合方式。排土场和尾矿库的灌溉方式应根据灌溉水源、地形、植被和经济等条件，选用喷灌、微灌（包括微喷灌、滴灌）或其合系统，且在技术经济条件可行的情况下，优先选用节水灌溉方式。

7.2 苗期管理

7.2.1 破除土表板结

出现土表板结，用短齿耙或具有短齿的圆镇压器破除，有灌溉条件的地方，也可采用轻度灌溉破除板结。

7.2.2 间苗与定苗

在保证合理密植所规定的株数基础上，去弱留壮。第一次间苗应在1片-3片真叶出现时进行。定苗（即最后一次间苗）不宜晚于3片-5片叶子出现时，进行间苗和定苗时，要结合规定密度和株距进行。检查出苗成苗情况，对缺苗率超过10%的地方，应及时移栽或补播。

8 定位监测工程

8.1 植物根系生长监测

8.1.1 利用植物根系生长监测系统监测土壤中活体根系的生长动态，定点、连续观测根

系在整个生长季中的动态变化。

8.1.2 根管的铺设方式：按照根管的长度、宽度向地下挖一个 30 度倾斜的通道，将根管放置其中后，覆土覆盖，漏出部分不超过 5cm；根管上部盖上保护帽，再套上防水袋，进行保护。

8.2 土壤有机质监测

8.2.1 定点动态取土壤样，在实验室分析监测土壤有机质含量的变化，有机质增加复垦土壤质量提高。

8.2.2 利用便携式土壤碳通量自动测量系统，采用动态气室法，动态测量土壤 CO₂ 通量，揭示微生物复垦后土壤碳释放。

8.2.3 利用便携式光合测定仪，监测不同植物对光合利用效率，揭示微生物复垦对碳固定能力。

8.3 土壤水分监测

8.3.1 利用土壤温湿监测系统，监测土壤含水量。

8.3.2 水分监测器的铺设方式：水分监测器是在试验区中间竖立一个杆子，露出部分 30cm 即可，把监测器绑在上面，然后把监测器上面的传感线牵扯到周围的试验区进行埋设，传感线探头埋设深度 30cm；水分监测器上部盖上保护帽，再套上防水袋，进行保护。

附录 A 土地损毁类型

(资料性附录)

表 A 土地损毁类型

一级分类		二级分类	
代码	名称	代码	名称
1	挖损土地	11	露天采场
		12	取土场
2	塌陷土地	21	积水塌陷地
		22	季节性积水塌陷地
		23	非积水塌陷地
3	压占土地	31	排土(岩)场
		32	矸石山
		33	尾矿库
		34	赤泥堆
		35	工业场地
		36	其他
4	其他	41	污染土地
		42	其他

附录 B 干旱半干旱区适宜栽植的植被种类

(资料性附录)

表 B1 干旱半干旱区适宜栽植的常绿乔木种类

科名		属名		名称	
松科	Pinaceae	雪松属	Cedrus	雪松	<i>Cedrus deodara</i>
		云杉属	Picea	云杉	<i>Picea asperata</i>
		松属	Pinus	白皮松	<i>Pinus bungeana</i>
				油松	<i>Pinus tabuliformis</i>
柏科	Cupressaceae	刺柏属	Juniperus	刺柏	<i>Juniperus formosana</i>
				龙柏	<i>Juniperus chinensis 'Kaizuka'</i>
				圆柏	<i>Juniperus chinensis</i>
		侧柏属	Platycladus	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>

表 B2 干旱半干旱区适宜栽植的落叶乔木种类

科名		属名		名称	
豆科	Fabaceae	合欢属	Albizia	合欢	<i>Albizia julibrissin</i>
		刺槐属	Robinia	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>
		槐属	Styphnolobium	龙爪槐	<i>Styphnolobium japonicum 'Pendula'</i>
				金枝国槐	<i>Styphnolobium japonicum 'Golden Stem'</i>
胡桃科	Juglandaceae	枫杨属	Pterocarya	枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i>
苦木科	Simaroubaceae	臭椿属	Ailanthus	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>
木兰科	Magnoliaceae	玉兰属	Yulania	玉兰	<i>Yulania denudata</i>
木犀科	Oleaceae	木犀属	Osmanthus	木犀	<i>Osmanthus fragrans</i>
漆树科	Anacardiaceae	盐麸木属	Rhus	火炬树	<i>Rhus typhina</i>
千屈菜科	Lythraceae	紫薇属	Lagerstroemia	紫薇	<i>Lagerstroemia indica</i>
蔷薇科	Rosaceae	樱属	Cerasus	山樱花	<i>Cerasus serrulata</i>
		李属	Prunus	櫻桃李	<i>Prunus cerasifera</i>
		苹果属	Malus	海棠花	<i>Malus spectabilis</i>
桑科	Moraceae	构属	Broussonetia	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i>
		桑属	Morus	桑	<i>Morus alba</i>
无患子科	Sapindaceae	槭属	Acer	鸡爪槭	<i>Acer palmatum</i>
		栎属	Koelreuteria	栎树	<i>Koelreuteria paniculata</i>
泡桐科	Paulowniaceae	泡桐属	Paulownia	白花泡桐	<i>Paulownia fortunei</i>
杨柳科	Salicaceae	柳属	Salix	垂柳	<i>Salix babylonica</i>

				旱柳	<i>Salix matsudana</i>
				白柳	<i>Salix alba</i>
银杏科	Ginkgoaceae	银杏属	Ginkgo	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>
榆科	Ulmaceae	榆属	Ulmus	榆树	<i>Ulmus pumila</i>
紫葳科	Rosaceae	花楸属	Sorbus	花楸树	<i>Sorbus pohuashanensis</i>
		梓属	Catalpa	梓	<i>Catalpa ovata</i>

表 B3 干旱半干旱区适宜栽植的常绿灌木种类

科名		属名		名称	
柏科	Cupressaceae	刺柏属	Juniperus	叉子圆柏	<i>Juniperus sabina</i>
蔷薇科	Rosaceae	石楠属	Photinia	红叶石楠	<i>Photinia × fraseri</i>
黄杨科	Buxaceae	黄杨属	Buxus	大叶黄杨	<i>Buxus megistophylla</i>
木犀科	Oleaceae	女贞属	Ligustrum	金叶女贞	<i>Ligustrum × vicaryi</i>
黄杨科	Buxaceae	黄杨属	Buxus	雀舌黄杨	<i>Buxus bodinieri</i>
冬青科	Aquifoliaceae	冬青属	Ilex	枸骨	<i>Ilex cornuta</i>

表 B4 干旱半干旱区适宜栽植的落叶灌木种类

科名		属名		名称	
木犀科	Oleaceae	素馨属	Jasminum	迎春花	<i>Jasminum nudiflorum</i>
	Oleaceae	连翘属	Forsythia	连翘	<i>Forsythia suspensa</i>
山茱萸科	Cornaceae	山茱萸属	Cornus	红瑞木	<i>Cornus alba</i>
小檗科	Berberidaceae	小檗属	Berberis	紫叶小檗	<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea'
豆科	Fabaceae	锦鸡儿属	Caragana	柠条锦鸡儿	<i>Caragana korshinskii</i>
		紫穗槐属	Amorpha	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>

表 B5 干旱半干旱区适宜栽植的落叶花灌木种类

科名		属名		名称	
蔷薇科	Rosaceae	蔷薇属	Rosa	月季花	<i>Rosa chinensis</i>
				黄刺玫	<i>Rosa xanthina</i>
				野蔷薇	<i>Rosa multiflora</i>
		珍珠梅属	Sorbaria	珍珠梅	<i>Sorbaria sorbifolia</i>
		桃属	Amygdalus	榆叶梅	<i>Amygdalus triloba</i>
				碧桃	<i>Amygdalus persica</i> 'Duplex'
苹果属	Malus	垂丝海棠	<i>Malus halliana</i>		
锦葵科	Malvaceae	木槿属	Hibiscus	木槿	<i>Hibiscus syriacus</i>
木犀科	Oleaceae	丁香属	Syringa	华丁香	<i>Syringa protolaciniata</i>
蜡梅科	Calycanthac	蜡梅属	Chimonan	蜡梅	<i>Chimonanthus praecox</i>

	eae		thus		
豆科	Fabaceae	紫荆属	Cercis	紫荆	<i>Cercis chinensis</i>
千屈菜科	Lythraceae	石榴属	Punica	石榴	<i>Punica granatum</i>
天门冬科	Asparagaceae	龙舌兰属	Agave	龙舌兰	<i>Agave americana</i>

表 B6 干旱半干旱区适宜栽植的地被植物、花卉种类

科名		属名		名称	
鸢尾科	Iridaceae	鸢尾属	Iris	鸢尾	<i>Iris tectorum</i>
美人蕉科	Cannaceae	美人蕉属	Canna	美人蕉	<i>Canna indica</i>
茜草科	Rubiaceae	拉拉藤属	Galium	车轴草	<i>Galium odoratum</i>
豆科	Fabaceae	驴食豆属	Onobrychis	驴食草	<i>Onobrychis viciifolia</i>
		苜蓿属	Medicago	紫花苜蓿	<i>Medicago sativa</i>
花荵科	Polemoniaceae	福祿考属	Phlox	福祿考	<i>Phlox drummondii</i>
锦葵科	Malvaceae	蜀葵属	Alcea	蜀葵	<i>Alcea rosea</i>
阿福花科	Asphodelaceae	萱草属	Hemerocallis	萱草	<i>Hemerocallis fulva</i>
忍冬科	Caprifoliaceae	锦带花属	Weigela	锦带花	<i>Weigela florida</i>