

ICS 13.080

CCS B 11

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL/T 446—2024

替代 SL 446—2009

# 黑土区水土流失综合防治技术规范

Technical specification for comprehensive control of  
soil erosion in the black soil region

2024-04-11 发布

2024-07-11 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布《淤地坝维修养护标准》  
等 2 项水利行业标准的公告

2024 年第 5 号

中华人民共和国水利部批准《淤地坝维修养护标准》（SL/T 823—2024）等 2 项为水利行业标准，现予以公布。

| 序号 | 标准名称            | 标准编号          | 替代标准号       | 发布日期        | 实施日期        |
|----|-----------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 1  | 淤地坝维修养护标准       | SL/T 823—2024 |             | 2024. 4. 11 | 2024. 7. 11 |
| 2  | 黑土区水土流失综合防治技术规范 | SL/T 446—2024 | SL 446—2009 | 2024. 4. 11 | 2024. 7. 11 |

水利部

2024 年 4 月 11 日



# 前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，按照 SL 1—2014《水利技术标准编写规定》的有关规定，对 SL 446—2009《黑土区水土流失综合防治技术标准》进行修订，并更名为《黑土区水土流失综合防治技术规范》。

本标准共 7 章和 3 个附录。主要内容包括总则、术语、基本规定、坡耕地水土流失防治技术、侵蚀沟治理技术、其他水土流失防治技术、运行管护。

本次修订的主要内容有：

- 修订了原第 2 章“术语”，补充了部分术语。
- 删除了原第 3 章“水土流失防治分区”和原第 4 章“土壤侵蚀分类分级”。
- 增加了基本规定，增加黑土区水土流失综合防治措施总体配置要求；增加以水力侵蚀为主地区、以风力侵蚀为主地区水土流失综合防治措施配置要求。
- 将原第 5 章“水土流失综合防治技术”修订为坡耕地水土流失防治技术、侵蚀沟治理技术、其他水土流失防治技术 3 章。
- 坡耕地水土流失防治技术章节将原“横坡改垄”修订为等高耕作，增加垄间倒茬休耕、秸秆还田、间作轮作、可耕作地埂、复式地埂、梯田、截排水沟、植草水道、农田防护林等技术措施，删除了应用较少的垄向区田技术措施。
- 侵蚀沟治理技术章节增加了沟头防护、连续柳跌水、护坡、填埋修复等技术措施，删除了应用较少的“堡带”技术措施。
- 其他水土流失防治技术章节整合修订了原第 5 章“荒坡地治理技术”和“配套工程”两节内容，增加了水平

阶、鱼鳞坑、封育治理、植物缓冲带、沙障、防风固沙林、水土保持林、人工种草及草场改良等技术措施，删除了应用较少的“水源工程”技术措施。

——增加运行管护章节，明确了运行管护对象、管护措施，并提出管护要求。

本标准所替代标准的历次版本为：

——SL 446—2009

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部水土保持司

本标准解释单位：水利部水土保持司

本标准主编单位：水利部松辽水利委员会

本标准参编单位：中国水利水电科学研究院

中国科学院东北地理与农业生态研究所

黑龙江省水利科学研究院

吉林省水土保持科学研究院

北京师范大学

吉林农业大学

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：王教河 任 明 高 燕 赵瑞娟

孟令钦 温磊磊 张继真 张延玲

曹利远 秦 伟 谢 云 徐金忠

张 瑜 沈海鸥 胡 伟 王根柱

本标准审查会议技术负责人：王治国

本标准体例格式审查人：程 萌

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条2号；邮政编码：100053；电话：010-63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

# 目 次

|      |                   |    |
|------|-------------------|----|
| 1    | 总则 .....          | 1  |
| 2    | 术语 .....          | 2  |
| 3    | 基本规定 .....        | 4  |
| 4    | 坡耕地水土流失防治技术 ..... | 5  |
| 4.1  | 一般规定 .....        | 5  |
| 4.2  | 等高耕作 .....        | 5  |
| 4.3  | 少耕免耕 .....        | 6  |
| 4.4  | 垄间倒茬休耕 .....      | 6  |
| 4.5  | 秸秆还田 .....        | 6  |
| 4.6  | 间作轮作 .....        | 7  |
| 4.7  | 深松 .....          | 8  |
| 4.8  | 地埂 .....          | 8  |
| 4.9  | 梯田 .....          | 11 |
| 4.10 | 截排水沟 .....        | 13 |
| 4.11 | 植草水道 .....        | 14 |
| 4.12 | 农田防护林 .....       | 14 |
| 4.13 | 鼠道式排水 .....       | 15 |
| 5    | 侵蚀沟治理技术 .....     | 17 |
| 5.1  | 一般规定 .....        | 17 |
| 5.2  | 沟头防护 .....        | 17 |
| 5.3  | 谷坊 .....          | 19 |
| 5.4  | 连续柳跌水 .....       | 21 |
| 5.5  | 削坡 .....          | 22 |
| 5.6  | 护坡 .....          | 23 |
| 5.7  | 固沟林 .....         | 23 |
| 5.8  | 填埋修复 .....        | 24 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 6 其他水土流失防治技术·····         | 27 |
| 6.1 台田·····               | 27 |
| 6.2 竹节壕·····              | 28 |
| 6.3 水平阶·····              | 30 |
| 6.4 鱼鳞坑·····              | 30 |
| 6.5 封育治理·····             | 31 |
| 6.6 植物缓冲带·····            | 31 |
| 6.7 沙障·····               | 32 |
| 6.8 防风固沙林·····            | 32 |
| 6.9 水土保持林·····            | 32 |
| 6.10 人工种草及草场改良·····       | 33 |
| 6.11 作业路·····             | 33 |
| 7 运行管护·····               | 35 |
| 附录 A 黑土区水土保持分区及防治重点表····· | 37 |
| 附录 B 黑土区水土保持分区治理措施表·····  | 40 |
| 附录 C 侵蚀沟分级表·····          | 42 |
| 标准用词说明·····               | 43 |
| 标准历次版本编写者信息·····          | 44 |
| 条文说明·····                 | 45 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范东北黑土区水土流失综合防治技术，有效保护黑土和耕地资源，保障国家粮食安全，改善生态环境，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于东北黑土区水土流失综合防治。

**1.0.3** 东北黑土区水土流失综合防治应坚持保护优先、分区施策、系统治理、建管并重的原则。

**1.0.4** 本标准主要引用下列标准：

GB/T 15163 封山（沙）育林技术规程

GB/T 15776 造林技术规程

GB/T 16453.2 水土保持综合治理 技术规范 荒地治理技术

GB/T 16453.3 水土保持综合治理 技术规范 沟壑治理技术

GB/T 16453.4 水土保持综合治理 技术规范 小型蓄排引水

工程

GB/T 16453.5 水土保持综合治理 技术规范 风沙治理技术

GB/T 18337 生态公益林建设

GB/T 50817 农田防护林工程设计规范

GB 51018 水土保持工程设计规范

GB/T 51097 水土保持林工程设计规范

SL 482 灌溉与排水渠系建筑物设计规范

SL 575 水利水电工程水土保持技术规范

NY/T 1237 草原围栏建设技术规程

NY/T 1342 人工草地建设技术规程

NY/T 1343 草原划区轮牧技术规程

**1.0.5** 东北黑土区水土流失综合防治除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 黑土区 black soil region

在我国以黑土、黑钙土、草甸土、棕壤、暗棕壤、白浆土等为主体集中连片的地带性黑色土壤分布区域，也称为东北黑土区。

### 2.0.2 深松 deep tillage

疏松土壤、打破犁底层，但不翻转土层的耕作法。

### 2.0.3 宽垄 wide ridging

垄间距较宽，垄上可种植 2~6 行作物的坡面措施，也称为大垄。

### 2.0.4 地埂植物带 field bund with vegetation

坡耕地上沿等高线方向培修土埂，在土埂上种植灌木或多年生草本植物的坡面治理措施。

### 2.0.5 复式地埂 double field bunds

坡耕地沿等高线方向按照一定间距修筑两条相互平行地埂，两条地埂之间开挖导流槽（竹节壕）的坡面治理措施。

### 2.0.6 植草水道 grass waterway

在耕地坡面低洼或浅沟发生等部位的坡面径流汇集区，种植多年生草带形成的排水通道，将坡面径流排导至沟道或农田排水渠的治理措施。

### 2.0.7 鼠道式排水 mole channel

用鼠道式排水犁在耕作层下挤压形成排水通道的坡面治理措施。

### 2.0.8 生态袋谷坊 eco-bag check dam

用生态袋装土在沟道内修筑拦挡建筑物的沟道治理措施。

### 2.0.9 连续柳跌水 wicker waterway

在侵蚀沟中上段，用树桩固定、柳条叠压修筑的植物防冲水

道的沟道治理措施。

**2.0.10 填埋复垦 fill gully with straws for reclamation**

通过秸秆填埋、暗管排水和上层覆土等，实现修复沟毁耕地、恢复垦殖的沟道治理措施。

**2.0.11 台田 checkered terrace**

在微地形复杂的经果林地上，修筑局部独立水平、田块连接的坡面治理措施，也称为池田或竹节梯田。

**2.0.12 植物缓冲带 vegetation buffer strip**

在河流、水库和湖泊等地表水体的两岸、坡沟交界区域和坡耕地，每隔一定距离种植以灌木为主或草本为主的多年生植物，以调蓄径流、减少土壤侵蚀为主要作用的防治措施。

### 3 基本规定

**3.0.1** 黑土区水土流失综合防治应全面保护和合理利用水土资源，按照水土保持分区开展，水土保持分区及防治重点见附录 A。

**3.0.2** 各水土保持分区应根据气候、土壤、地形地貌、土地利用、土壤侵蚀类型等科学配置工程、植物、耕作等措施，应做到因地制宜、因害设防、经济适用，黑土区水土保持分区治措施可参考附录 B 确定。

**3.0.3** 以水力侵蚀为主地区应以小流域为单元，做到坡面与沟道、上游与下游、防治与利用、生态与经济兼顾，坡面以保护性耕作、梯田、地埂、台田等措施为主，沟道以沟头防护、谷坊、护坡等措施为主，有效配置林草措施和坡面-沟道蓄水排水系统，形成综合防治体系，发挥综合防治效益。

**3.0.4** 以风力侵蚀为主地区应保护林草植被、沙壳、结皮、地衣等，完善防护林带，实施保护性耕作、人工种草和草场改良、局部地带沙地治理等，构建防风固沙体系。

**3.0.5** 黑土区水土流失综合防治在满足防控效果的前提下，宜采用植物、生态袋等柔性治理措施及生态砖等绿色低碳环保的新材料、新技术。

**3.0.6** 黑土区水土流失综合防治应创新手段，强化设计、实施、验收、运行管护等全过程信息化管理。

## 4 坡耕地水土流失防治技术

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 按坡度可将耕地分为平地（小于  $0.25^\circ$ ）、微坡（ $0.25^\circ \sim 2^\circ$ ）、平缓坡（ $2^\circ \sim 6^\circ$ ）、缓坡（ $6^\circ \sim 15^\circ$ ）、斜陡坡（大于等于  $15^\circ$ ）。

**4.1.2** 坡耕地水土流失防治应综合考虑水力、风力、冻融侵蚀及其交错侵蚀等因素。

**4.1.3** 防治措施应包括等高耕作、少耕免耕、垄间倒茬休耕、秸秆还田、间作轮作、深松、地埂、梯田、截排水沟、植草水道、农田防护林、鼠道式排水等。

**4.1.4** 应根据地形、坡度、坡位、表土层厚度等因素，因地制宜、系统配置各类防治措施。当耕地坡面地形复杂时，可分段布设各类防治措施。

**4.1.5** 防治措施宜按照小流域上游至下游、坡面自上而下的顺序逐级布设。

### 4.2 等高耕作

**4.2.1** 等高耕作宜用于平缓坡耕地、缓坡耕地。

**4.2.2** 实施等高耕作前，应清除田块内的障碍物，改变地块边界或形状，方便机械耕作。

**4.2.3** 实施等高耕作前应确定基准线，可在田块边缘种植林草植被保护带，作为永久基准线。

**4.2.4** 耕地垄沟比降宜小于 2%，在坡度较陡或复合坡面区垄沟比降可取 2%~4%，垄沟比降超过 4%时应重新确定等高耕作基准线。

**4.2.5** 不同方向等高耕作田块交界处宜建设植草水道，作为等高耕作调整区。

**4.2.6** 地形变化使垄向出现急弯不利于机械耕作时，宜在该区

建设植草水道，两侧垄台垂直或小坡度向坡下方向与植草水道相接，引导垄沟径流排入植草水道。

**4.2.7** 宽垄宜用于大型集约化、规模化经营耕地。应根据地形、地块宽度和农业机械等特征确定宽垄间距，垄间距宜为 110cm，垄高宜为 15cm，垄台顶宽宜为 70cm，边坡比宜为 3 : 4。

**4.2.8** 坡长大于 100m 时，可实施残茬覆盖、地埂等措施。

### **4.3 少耕免耕**

**4.3.1** 少耕免耕宜用于入渗或排水良好的坡耕地。

**4.3.2** 免耕播种时应使用免耕机一次性完成开沟、施肥、播种、覆土和镇压，播种深度宜控制为 3~5cm，底肥宜施于种子侧下方 6~10cm。在作物成长和收获期间不应再扰动土壤。

**4.3.3** 免耕或少耕实施田块作物收获后，秸秆宜粉碎还田或高留茬覆盖，覆盖度宜大于 30%。

**4.3.4** 免耕或少耕宜在土壤耕作层变薄、有机质下降、质地变粗等退化田块优先考虑实施，并与等高耕作结合。

**4.3.5** 地温回升慢、出苗率低的区域，在秸秆覆盖的基础上，间隔整理出无秸秆的种植带，在种植带进行播种。

**4.3.6** 实施免耕或少耕秸秆覆盖后，应加强病虫害防治。

### **4.4 垄间倒茬休耕**

**4.4.1** 垄间倒茬休耕宜用于已实施等高耕作的平缓坡耕地、缓坡耕地。

**4.4.2** 种植时应在垄台的一侧耕作，垄台的另一侧在耕种年处于休闲状态，实行隔年轮换种植、倒茬休耕。

**4.4.3** 应在减少整地次数和土层翻动的前提下，加强田间管理，主要包括施肥、铲除杂草和防治病虫害等。

### **4.5 秸秆还田**

**4.5.1** 秸秆还田宜用于平地耕地、微坡耕地和平缓坡耕地。

**4.5.2** 秸秆还田可分为秸秆覆盖还田、秸秆碎混还田和秸秆深还田。

**4.5.3** 秸秆覆盖还田宜与少耕免耕措施结合实施。

**4.5.4** 秸秆碎混还田宜用于 0~20cm 的土壤耕层，可与秸秆覆盖还田结合实施。对于玉米等粗秆作物，其秸秆粉碎长度应小于 10cm；对于大豆等细秆作物，其秸秆粉碎长度应小于 15cm。

**4.5.5** 秸秆深还田宜用于 20~40cm 的土壤亚耕层，可与深耕措施结合实施。

## 4.6 间作轮作

**4.6.1** 间作轮作宜用于所有坡耕地。

**4.6.2** 应把坡耕地上下分成等高条带或与主风向垂直分成平行条带，根据区域自然环境和社会经济情况，确定作物、牧草品种及条带宽度等。

**4.6.3** 应根据作物群落相互协调、生长环境互补的原则，选择高秆作物与低秆作物、深根作物与浅根作物、豆科与非豆科、早熟作物与晚熟作物、密生作物与疏生作物、喜光作物与喜阴作物进行间作。

**4.6.4** 应根据坡面坡度确定间作条带宽度，坡度越大条带宽度越窄，条带宽度宜与机械宽度呈倍数关系。不同坡度下带状间作条带宽度宜按表 4.6.4 的规定取值。

**表 4.6.4 不同坡度下带状间作条带宽度选择**

| 坡度/(°) | 0.25~2.00 | 2.00~6.00 | 6.00~15.00 |
|--------|-----------|-----------|------------|
| 条带宽度/m | 40~50     | 30~40     | 20~30      |

**4.6.5** 作物带应与作物带或牧草带间作，不同条带可互换，形成轮作制。

**4.6.6** 应在同一地块上有序地在年间或年际轮换种植不同的作物、牧草或复种组合。

## 4.7 深 松

4.7.1 深松宜用于土层较厚而耕作层薄，土壤质地为中、重壤土或黏土的坡耕地。

4.7.2 应视生产和土壤改良需要，用深松机或深松犁定期进行深松。深松深度应根据土壤质地、地形、栽培作物种类及深耕方法确定，宜为 25~35cm，以打破犁底层为宜，不翻转表土层。

4.7.3 深松后应立即进行耙压，蓄水保墒。

4.7.4 苗期应进行行间深松，深度 20cm 以上。

4.7.5 深松宜与秸秆覆盖还田措施结合实施。

## 4.8 地 埂

4.8.1 地埂可分为地埂植物带、可耕作地埂和复式地埂。

4.8.2 地埂植物带宜用于平缓坡耕地，并应符合下列规定：

1 地埂间距应保证地埂之间坡面不发生径流冲刷，并按机耕播幅倍数结合当地治理经验取值。

2 埂间距宜按表 4.8.2 的规定取值。

表 4.8.2 埂间距参考数值表

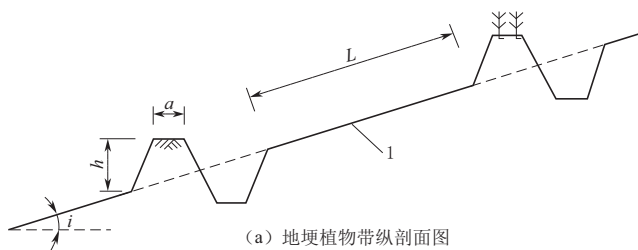
| 年均降水量/mm | <300 | 300~500 | >500 |
|----------|------|---------|------|
| 埂间距/m    | 60   | 50      | 40   |

3 地埂断面尺寸见图 4.8.2。埂顶宽  $a$  宜为 30~50cm，埂高  $h$  宜为 50~60cm，内、外坡比宜为 1:0.5。在坡面低洼处，地埂应适当加高、夯实。地埂修成后，宜在地埂上种植经济价值高的护埂植物。地埂灌木应每 2~3 年平茬一次。

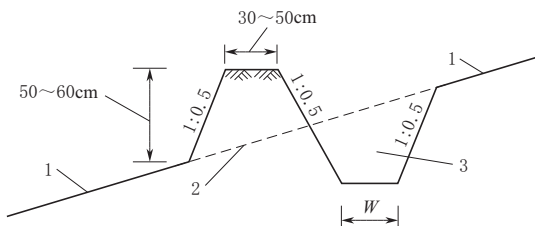
4.8.3 可耕作地埂宜用于平缓坡耕地，并应符合下列规定：

1 沿等高线方向修筑土埂，将拦截的径流由导水槽安全排至沟道或农田排水渠。地埂间距参考地埂植物带，设计标准应根据区域土壤类型、地块面积、土地利用方向及配套设施确定。

2 可耕作地埂布设应满足下列要求：



(a) 地埂植物带纵剖面图

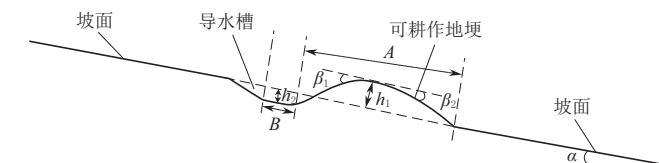


(b) 地埂断面尺寸图

1—田面；2—埂；3—沟； $W$ —沟底宽，根据土壤的用量确定

图 4.8.2 地埂植物带布置图

- 1) 采用宽底设计，兼顾拦截径流作用和机械农耕作业，地埂高度不少于 20cm，上坡角略陡，下坡角略缓，上下坡角不宜大于  $15^\circ$ 。
- 2) 可耕作地埂布设，应按图 4.8.3 所示进行。



注：地埂宽度为  $A$ ，地埂高度为  $h_1$ ，上坡角  $\beta_1$ ，下坡角  $\beta_2$ ，

导水槽宽度为  $B$ ，导水槽高度为  $h_2$ ， $\alpha$  为坡面坡度。

图 4.8.3 可耕作地埂结构示意图

- 3) 导水槽宽度宜取 1~2 垄宽度，深度 20cm，可单向或双向外侧倾斜。
- 4) 修筑可耕作地埂和导水槽区域的表土应全部剥离，剥

离深度不应少于 20cm，施工结束后，应将剥离表土均匀回覆于可耕作地埂上，厚度不应小于 20cm。表土回填后应对可耕作地埂整形。

5) 导水槽流量可参照 GB 51018 中排水工程计算。

3 可耕作地埂宜在秋季整地时实施。每年秋收后，对出现泥沙淤积或冲毁的地方，采用整地机恢复，并将清淤土覆于可耕作地埂上。

**4.8.4** 复式地埂宜用于低山丘陵湿润半湿润地区土层薄、径流量大的缓坡、斜陡坡耕地，并应符合下列规定：

1 复式地埂应按照“两埂夹一沟”的方法修筑，沿等高线布置，比降宜为 0.5%~1%，大弯就势，小弯取直。在复杂的微地形地段，比降可增至 2%。

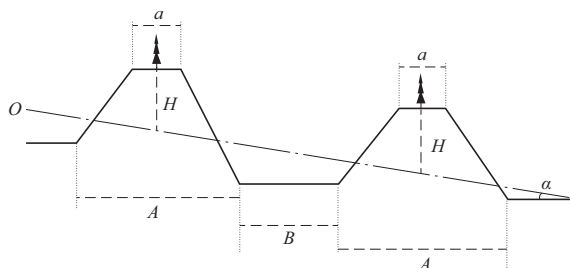
1) 当复式地埂遇到坡耕地中的小型侵蚀沟，应在与侵蚀沟交叉处修筑谷坊（可为土谷坊、石笼谷坊），复式地埂穿越小型侵蚀沟后应继续向前延伸。

2) 当复式地埂遇到沟深大于 2m 的侵蚀沟，应就地修筑沟头防护、跌水等消能设施，将复式地埂中的水排入沟内，并经沟底谷坊群安全排到下游河道。

3) 接纳复式地埂排水的侵蚀沟，沟内应设置浆砌石谷坊或石笼谷坊。谷坊两侧修浆砌石或混凝土护坡，高至沟沿。谷坊溢流口设计标准应大于 10 年一遇 3~6h 最大暴雨。谷坊设计参照本标准 5.3 节规定。

4) 在坡面遇有微地形汇水时，地埂应加宽。地埂应栽植多年生、根系发达的灌木，可适当兼顾经济效益高的适生树草种。

2 复式地埂的埂断面为梯形见图 4.8.4，边坡宜为 1:1，顶宽宜为 50cm，底宽宜为 1.5m，高度宜为 50cm。上埂在达到设计暴雨情况下可被冲开，坡水能够进入两埂间的蓄排水沟。两埂间的蓄排水沟的底宽不宜小于 40cm，沟底比降宜为 1%~2%，可参照 GB 51018 截水沟设计。



$\alpha$ —地面坡度； $a$ —地埂顶宽； $A$ —地埂底宽； $B$ —沟底宽； $H$ —地埂高

图 4.8.4 复式地埂断面示意图

3 复式地埂的间距应根据地埂植物带临界间距计算公式确定，也可参考表 4.8.4。

表 4.8.4 复式地埂间距参数表

|        |    |    |    |    |    |    |
|--------|----|----|----|----|----|----|
| 坡度/(°) | 6  | 8  | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 间距/m   | 42 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 |

4 年降水量大于 600mm 的地区，每个坡度段的复式地埂间距应在表 4.8.4 所给数值基础上减少 5m。

## 4.9 梯 田

4.9.1 水平梯田宜用于表土层厚度大于 20cm、土质较好、集中连片的缓坡耕地，并应符合下列规定：

1 应配套建设田间生产道路，道路应完整、畅通，能满足大型农业机械通行需要。

2 应配套截排水等坡面水系工程。年降水量小于 400mm 地区宜配套降雨集蓄设施。

3 施工应合理利用和保护黑土资源，根据地形坡度、表土层厚度和田面宽度条件，确定合理的表土剥离和回覆方案。

4 水平梯田工程级别、设计标准及具体设计应符合 GB 51018 的规定。

**4.9.2 坡式梯田**宜用于斜陡坡耕地，并应符合下列规定：

1 埂间距应根据地面坡度、降雨、土壤渗透系数等因素确定，宜取 15~30m。

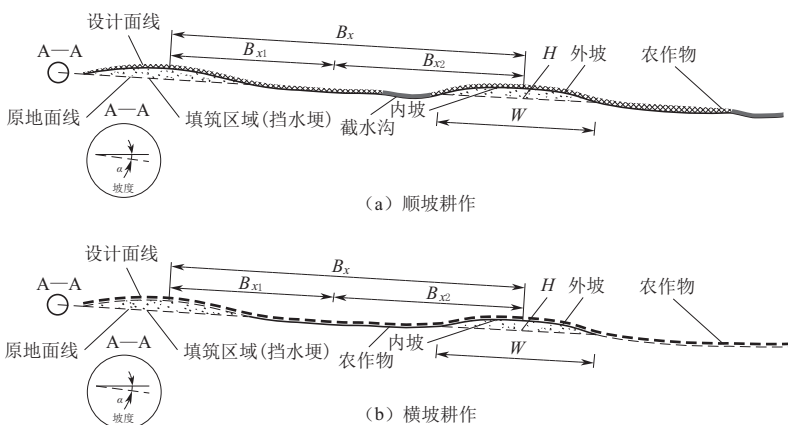
2 配套田间道路、截排水的施工要求应按照 4.9.1 条的规定执行。

3 设计应符合 GB 51018 的规定。

**4.9.3 宽面梯田**宜用于表土层厚度大于 30cm 的平缓坡耕地，并应符合下列规定：

1 根据自然地形，在局部适当挖填，形成纵断面仿拟波浪状的坡型，主要包括田面、挡水埂和配套截水沟。宽面梯田布设见图 4.9.3。

2 顺坡耕作时，应在挡水埂上坡脚处布设截水沟，截水沟沿等高线布设，形成 1%~2% 的比降，宜植草防护，并与天然沟道顺接。



$H$ —挡水埂高度； $W$ —挡水埂宽度； $\alpha$ —地面坡度； $B_x$ —田面宽度；

$B_{x1}$ —上部挡水埂外坡及下延段长度； $B_{x2}$ —下部挡水埂内坡及上延段长度

**图 4.9.3 宽面梯田布设示意图**

3 挡水埂应具有径流拦蓄作用，不宜过高影响机械耕作。设计应符合下列要求：

- 1) 挡水埂高度  $H$  宜为 1m。
- 2) 挡水埂宽度  $W$  宜为 5~10m。
- 3) 挡水埂内坡坡度宜为  $6^\circ$ ，外坡坡度宜为  $8^\circ$ 。

4 田面宽度  $B_x$  应大于机械耕作实际所需的田面宽度，不大于形成浅沟的临界坡长，田面宽度宜为 50~60m。

5 无条件进行计算时，若地表坡度不超过  $6^\circ$ ，顺坡种植、横坡种植的田面宽度  $B_x$  可分别取 15~40m、30~50m；若地表坡度超过  $6^\circ$ ，顺坡种植、横坡种植的田面宽度  $B_x$  可分别取 10~15m、15~30m。坡面坡度越大、田面宽度越小。

6 宽面梯田修筑应首先依据田面宽度  $B_x$  确定基线位置，基线为挡水埂中心线，以基线为基础，基线上坡部分 ( $B_{x1}$ ) 和下坡部分 ( $B_{x2}$ ) 按照其设计挡水埂规格分别开挖。

## 4.10 截排水沟

4.10.1 截排水沟宜用于坡面径流量大的区域，主要包括截水沟、排水沟，应与坡耕地其他水土保持措施统一规划，配合实施。

4.10.2 截水沟布设应符合下列规定：

1 截水沟应布置在上坡部位林灌草地与耕地的交界处，并沿交界线布设；无措施坡面坡长大于 200m 时应根据汇流情况布设一条或多条截水沟。

2 截水沟应平行于等高线并有 1%~2% 比降；比降大于 2% 时，可在沟中每隔 5~10m 修高 20~30cm 的小土挡，防止冲刷。

3 截水沟的排水端应与排水沟连接，并设置工程或植物措施。

4.10.3 排水沟布设应符合下列规定：

1 排水沟应沿田块、道路、灌草林带边缘或流水线区域布设。

2 排水沟上端连接截水沟，下端连接天然排水道。在需要蓄水区域或距离天然排水通道较远时，可考虑在地势平坦的汇水

区布设蓄水池，蓄水池进水口与排水沟相连。

3 排水沟边坡和沟底宜种草，如果土质较差，种草应考虑施肥。排水沟比降较大时，应配合工程措施或分段设置跌水。

4.10.4 截排水沟设计方法应符合 GB/T 16453.4 的规定。

## 4.11 植草水道

4.11.1 植草水道宜用于耕地坡面低洼部位、浅沟出现部位等坡面径流汇入区域。

4.11.2 在不阻断农业机械通行的前提下，应通过在低洼部位铺设草皮或播撒草籽的方式形成植草水道。

4.11.3 按照 10 年一遇 3~6h 最大暴雨洪峰流量设计植草水道，深度宜为 0.3~0.6m，宽度宜为 3~20m，可适当调整规模，水流应在中心流水线处排导，不应从侧面溢出破坏植草水道边坡。

4.11.4 植草水道两侧应保持平缓坡度，两侧田地起垄或行播方向宜垂直植草水道方向，或以较小的坡度沿坡向下汇入植草水道，垄沟径流应排导至植草水道。

4.11.5 选择适宜本土的草种组合种植，草种应具有抗冲性及抗除草剂性能。

4.11.6 植草水道可全面或分段铺设蜂巢格栅等生态材料促进草被定植。草长势不好时应施肥补种。

4.11.7 植草水道末端应有稳定的径流出口，如排水沟、自然沟道等。

4.11.8 农机作业经过植草水道时，应避免对水道造成损坏。

## 4.12 农田防护林

4.12.1 农田防护林应以防风防蚀为主，主林带方向宜与春季风向直交，不能直交时，林带与盛行风向夹角应不小于 45°，其余应为副林带。

4.12.2 水蚀区农田防护林应兼顾坡面截流和导水功能。长坡面平行等高线应增设防护林，间隔宜为 100~300m，坡度大于 5°

时应缩小林带间隔。可将防护林带作为等高耕作的永久基准线。

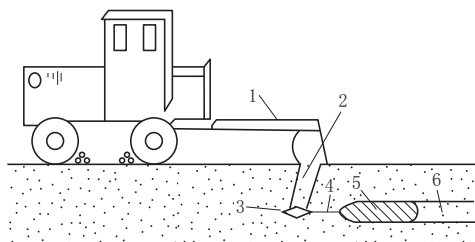
**4.12.3** 农田防护林应与道路、截排水沟同时规划设计，在林带上坡方向外侧或林带内布设截水沟或排水沟。

**4.12.4** 农田防护林建设应符合 GB/T 50817 的规定。

### 4.13 鼠道式排水

**4.13.1** 鼠道式排水宜用于土层深厚、土质黏重，雨季或融雪期间排水不畅的耕地。鼠道式排水不宜单独使用，应与暗管排水、截排水沟等措施配套使用。

**4.13.2** 鼠道式排水应采用专门的鼠道式排水犁进行作业。同一条鼠道式排水应一次完成，中途不宜起犁。鼠道式排水犁构造及耕作见图 4.13.2。



1—犁架；2—犁刀；3—犁铧；4—钢丝绳；5—穿孔弹头；6—鼠道式排水

图 4.13.2 鼠道式排水犁构造及耕作示意图

**4.13.3** 鼠道式排水宜布设在田面以下 50~60cm，并满足下列要求：

1 间距宜为 3~5m，使用年限宜为 2~5 年。

2 在耕地坡度小于  $1.5^\circ$  时，鼠道式排水比降与地形坡度一致，可顺坡作业，也可横坡作业；当耕地坡度大于等于  $1.5^\circ$  时，鼠道式排水方向宜与坡向成夹角，排水比降宜为 1%~2%。

3 鼠道式排水的暗管宜直接与截排水沟相接，暗管排水出口应高于截排水沟正常设计水位 20~30cm。

4 鼠道式排水施工宜选择在农田休闲季节进行，施工时土

壤含水率应为田间持水率的 70%~90%。

**4.13.4 配合鼠道式排水使用的暗管排水布设应符合下列规定：**

- 1 暗管的布局形式可分为棋盘形、鱼刺形和不规则形 3 种。
- 2 暗管的直径应满足设计排水流量的要求，不形成满管出流。
- 3 暗管埋深应低于鼠道式排水的孔道，宜为 80~90cm；暗管的铺设应按设计比降顺直地铺在基土、滤料或垫层上，不应出现倒坡及起伏。
- 4 暗管的比降依地形和所选定的管径等因素确定，应为 0.3%~1.0%。

5 暗管的间距宜为 50~100m。

**4.13.5 暗管铺设应符合下列规定：**

- 1 用开沟机械或人工按定线开挖沟，下暗管后，管身周围应用粗砂砾覆盖。
- 2 覆土恢复平整田面，用鼠道式排水犁开鼠道式排水的孔道。
- 3 鼠道式排水孔道间距根据土壤结构而定，宜按表 4.13.5 的规定取值。

**表 4.13.5 不同土质的鼠道式排水深度与间距经验数值**

单位：m

| 土壤质地 | 鼠道式排水深    | 鼠道式排水孔道间距 |
|------|-----------|-----------|
| 黏土   | 0.35~0.50 | 1.0~2.0   |
|      | 0.5~0.7   | 1.5~2.8   |
|      | 0.7~1.0   | 2.0~4.0   |
| 黏壤土  | 0.35~0.50 | 1.0~2.2   |
|      | 0.5~0.7   | 1.5~3.0   |
|      | 0.7~1.0   | —         |

## 5 侵蚀沟治理技术

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 侵蚀沟治理应以独立沟道或侵蚀沟主沟及其支沟组成的沟系所在的集水区为基本治理单元，沟坡兼治、因沟施策，对坡面径流进行调控，对沟头、沟底、沟坡进行防治，有效控制沟蚀发展。

**5.1.2** 侵蚀沟按活跃程度可分为发展沟和稳定沟，按规模可分为小型沟、中型沟和大型沟。侵蚀沟分级应符合附录 C 的规定。

**5.1.3** 侵蚀沟治理措施可分为沟头防护、谷坊、连续柳跌水、削坡、护坡、固沟林、填埋复垦等沟道治理措施，以及汇水坡面的等高耕作、梯田、截排水沟等径流调控措施。

**5.1.4** 侵蚀沟治理应做好坡面径流调控和沟道排水的顺接，在沟缘布设截排水沟、围埂等措施，选择适宜沟缘低洼处，将坡面分散来水有序导入沟道。

**5.1.5** 可根据各地不同降雨情况，采取当地最易产生严重水土流失的短历时、高强度暴雨确定不同措施的防御标准。其中，沟头防护、谷坊、填埋复垦、半填覆绿的防御标准应为 10 年一遇 3~6h 最大暴雨。

### 5.2 沟头防护

**5.2.1** 沟头防护应布设在沟头上坡面有天然集流凹地，且暴雨径流由凹地泄入沟头，引起沟头前进的区域。

**5.2.2** 沟头防护可分为跌水式沟头防护、管道消能式沟头防护。

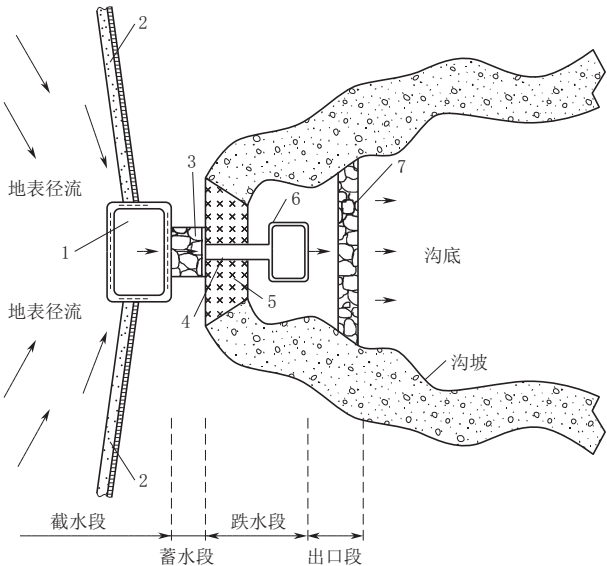
**5.2.3** 跌水式沟头防护宜用于沟头深度大于 3m 的发展沟，以及沟头以上集水面积为  $5\sim 10\text{hm}^2$  且沟头深度小于等于 3m 的侵蚀沟，并应符合下列规定：

1 跌水式沟头防护材质选择总体遵循因地选材和植物优先原则，宜根据所在区域土层厚度、降雨强度和施工条件，选择连续柳跌水、生态袋跌水、石笼跌水、浆砌石跌水等沟头防护措施，也可根据地形和沟道发育情况、主沟和支沟的位置情况等综合使用。沟头和沟道落差较小且表土层厚度满足柳桩、柳条生长条件时宜采用连续柳跌水。

2 设计流量、建筑物组成、施工应符合 GB/T 16453.3 的规定。

5.2.4 管道消能式沟头防护宜用于沟头深度大于 3m 的发展沟，并应符合下列规定：

1 管道消能排水沟头防护宜由截水沟、沉砂池、缓流池、导流管、消力池组成。管道消能排水沟头防护布设见图 5.2.4。



1—沉砂池；2—截水沟；3—缓流池；4—导流管；5—栽植灌草；  
6—消力池；7—植物谷坊

图 5.2.4 管道消能排水沟头防护布设图

2 沟头上方径流通过截水沟汇集到沉砂池，依次连接缓流池、导流管，经消力池消能后排入沟底。

3 截水沟分布于沉砂池两侧，其长度宜为沟头宽度的 1.2～1.5 倍，与等高线成 1%～2% 的比降，开挖土方堆置于沟外，形成高度 20～30cm、顶宽 30～40cm、坡比 1:0.5～1:1 的围埂，防御标准按照 10 年一遇 3～6h 最大暴雨强度设计。

4 导流管由预制管件分段连接布设在沟头处，单段预制管件的长度宜为 1.0～1.5m，断面为圆形，直径宜为 0.5～1.0m，具体断面尺寸根据下泄流量计算确定，布设导流管的两侧土壤压实，呈自然坡度，可选用适宜灌草栽植。

5 消力池位于沟底，上端顺接导流管末端，下端为开放端，并在出口处设拦污栅。消力池下游 2～3m 处布设柳谷坊。

6 消力池和沉砂池设计应符合 SL 482 的规定，截水沟和导流管断面尺寸设计应符合 GB 51018 的规定。

7 沉砂池、缓流池应采用浆砌石砌筑，消力池可采用石笼、浆砌石或干砌石修筑，地基在施工前应做清理及处理。

8 不同防护构件宜采取自上而下依次逐段修筑的工序进行。

## 5.3 谷 坊

5.3.1 谷坊应布设在沟底比降为 5%～20% 的沟段或汇水面积大、沟底下切剧烈的沟段。

5.3.2 根据修筑材料，谷坊可分为石笼谷坊、植物谷坊、生态袋谷坊等。

5.3.3 石笼谷坊宜用于沟底与岸坡地形、地质（土质）状况较好，无孔洞或破碎地层，无不易清除乱石和杂物的沟段，并应符合下列规定：

1 谷坊间距应符合 GB 51018 的规定。沟底比降大于 15% 的沟段，谷坊间距可适当调整，但不应大于计算间距的 3 倍。

2 谷坊尺寸应满足下列要求：

- 1) 高度宜为 1~3m, 不应大于沟深的 2/3。
- 2) 单个石笼的横断面应为矩形, 长宜为 0.6~1.0m, 宽和高宜为 40~60cm。
- 3) 溢洪口断面为矩形, 应经水文计算确定, 并符合 GB 51018 的规定。汇流面积大于 1hm<sup>2</sup> 时, 溢洪口宽宜为 1.5~2.0m、深宜为 20~30cm。
- 4) 谷坊背水面的溢洪口下部宜设置石笼海漫消力段, 消力段宽宜与整形后沟道底宽一致, 长宜为谷坊高的 2 倍。
- 5) 谷坊应配套护坡、护底等防护措施, 护坡和护底的纵向长度宜为 6~8m, 其中上游段长 2~3m、下游段长 4~5m。末级谷坊出口处应布设消力池、海漫等消能防冲设施, 谷坊两侧坝肩应嵌入沟坡 0.5~1.0m。

3 施工前应首先确定谷坊位置, 清除轮廓线以内的浮土、草皮、乱石、树根等, 按谷坊轮廓在两岸沟壁修出结合槽, 根据设计尺寸, 从下向上分层垒砌, 上下层石笼间呈品字形错缝砌筑, 并逐层向内收坡。

4 块石应填满石笼, 且石块最短径应大于网孔直径。石笼间接缝宽度应小于等于 2cm, 并用绑丝固定成整体。

**5.3.4** 植物谷坊适用于水土资源条件较好的侵蚀沟, 相关要求应符合 GB/T 16453.3 和 GB 51018 的规定。

**5.3.5** 生态袋谷坊宜用于沟底和沟坡地形、地质(土质)状况良好, 无孔洞或破碎地层, 土料丰富的沟段, 并应符合下列规定:

1 谷坊应与沟头防护、沟坡防护、固沟林等措施综合布设。

2 谷坊高度不宜大于 1m, 上游边坡不宜大于 1:1, 下游边坡不宜小于 1:3。

3 施工时应做好沟床清基, 谷坊应嵌入边坡 50cm 以上, 谷坊与边坡连接处宜设置护肩, 并应符合下列规定:

- 1) 在沟底谷坊轮廓线处每隔 50cm 打入直径不小于 3cm

的杨树桩、柳树桩，树桩应打入地下 50~100cm 深。

- 2) 用生态袋装 80% 容积的土，装土前拌进灌木种子，用线绳封好袋口，顺着沟道方向从下向上分层摆放，并按设计边坡逐层向内收坡。
- 3) 摆放生态袋时各袋间应靠紧压实，错缝叠放，应做到缝间隙最小。

## 5.4 连续柳跌水

**5.4.1** 连续柳跌水宜用于沟头落差大于 2m、沟底坡度小于 10°、土层厚度大于 30cm、土壤水分条件较好的中、小型侵蚀沟。

**5.4.2** 沟头处应修建围埂，坡面进入沟道的水流应沿连续柳跌水进入沟道，并应符合下列规定：

- 1 围埂施工技术应符合 GB/T 16453.3 的规定。

- 2 当沟头以上集水区面积大于 10hm<sup>2</sup> 以上时，应布设相应的坡面防治措施和小型蓄水工程。

**5.4.3** 连续柳跌水的柳条铺设厚度宜为 15cm，宽度宜为 1.5~4.5m，每级柳跌水和整个柳跌水的边沿应用柳条捆压住，并用直径 5cm 的杨树桩、柳树桩打桩入土中 50cm 钉牢。柳条捆直径宜为 10cm，用铅丝捆住。连续柳跌水布设见图 5.4.3。

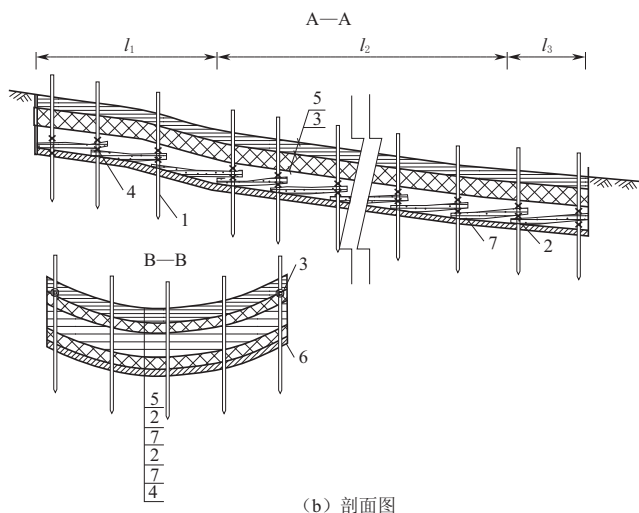
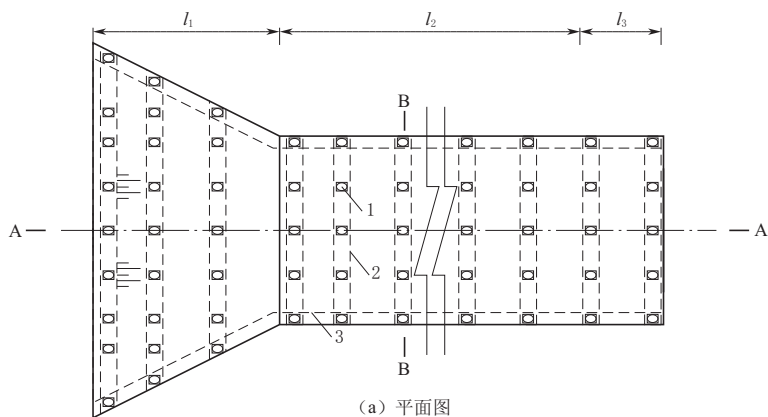
**5.4.4** 宜从沟道沟头段连续铺设，根据沟道的大小、坡度和来水量确定柳跌水的长度，可为 10~50m。

**5.4.5** 施工前应先对沟道整形，按设计尺寸把沟头削成坡度小于 25°，平整沟底，然后在坡底端向上逐级修筑。

**5.4.6** 底端的柳条根部应为顺流方向，逐级铺设；柳条铺设后，柳条根部和整个柳跌水的两侧应用柳条捆压实，并用杨树桩、柳树桩钉牢，互相连接成一个整体。

**5.4.7** 施工基础可铺一层厩粪或熟化土，柳条捆之间也可用厩粪或熟化土填实，上面应覆 15~20cm 厚的土并压实。

**5.4.8** 宜秋季施工，上冻前浇水。



$l_1$ —进口段； $l_2$ —陡坡段； $l_3$ —消能段；1—杨树桩、柳树桩；2—柳条枕；

3—柳条龙；4—厩粪；5—铺土层；6—铺柳沟槽；7—柳条

图 5.4.3 连续柳跌水布设图

## 5.5 削 坡

**5.5.1** 削坡宜用于沟坡大于  $35^\circ$ 、坡面破碎、稳定性差、局部有坍塌、冲蚀严重、植被覆盖率低，且具备施工条件的沟段。

**5.5.2** 削坡应在完成坡面治理的基础上进行，宜与沟头防护、谷坊、植物措施等侵蚀沟治理措施综合布设。

**5.5.3** 削坡前应首先确定削坡的基准线。沿沟底向沟沿引一条直线，直线与水平成  $35^{\circ}$ 。

**5.5.4** 削坡地段与未削坡地段连接应自然顺直、平整，不应产生急剧变坡。

**5.5.5** 沟深大于 5m 的沟段，宜采用梯级削坡。

**5.5.6** 沟岸削坡土方可垫沟底并平整夯实。

**5.5.7** 削坡工程完成后，应及时布设植物措施。植物措施配置宜乔、灌相结合，形成复层混交林。

## **5.6 护 坡**

**5.6.1** 护坡宜用于沟坡不稳定、沟底冲刷严重、沟道转弯、不具备削坡整形条件的沟段。

**5.6.2** 护坡可分为植物护坡及生态（袋、网、砖）护坡、石笼护坡、浆砌石护坡、干砌石护坡等工程护坡。措施设计应按 SL 575 执行。

**5.6.3** 坡面径流流量和流速不大、冲刷力较弱的沟坡宜采用植物护坡、生态（袋、网、砖）护坡。

**5.6.4** 坡面径流流量和流速较大、冲刷力较强的沟坡宜采用石笼护坡、浆砌石护坡、干砌石护坡。

**5.6.5** 实施石笼护坡、浆砌石护坡、干砌石护坡等工程护坡前应清基，清基深度宜为 30~50cm。采用植物护坡或生态（袋、网、砖）护坡宜保留原有植被，可不清基。

**5.6.6** 护坡宜与谷坊措施结合实施。

## **5.7 固 沟 林**

**5.7.1** 固沟林宜用于水土资源较好的侵蚀沟。

**5.7.2** 按照造林位置不同，固沟林可分为沟头防护林、沟底防冲林和护坡林。

**5.7.3** 在发展沟中，固沟林应与沟头防护、连续柳跌水、谷坊、削坡等措施结合实施；在稳定沟中，固沟林可直接实施。

**5.7.4** 沟头防护林宜选择根蘖性强、根系密结的灌木树种；沟底防冲林宜选择耐湿、抗冲、根蘖性强的乔灌木树种；护坡林宜选择耐瘠薄、深根性、树冠茂密的速生乔灌木树种，并应满足下列要求：

1 造林方法宜采用植苗造林，采取穴状整地，整地规格应略大于苗木根系的伸展范围，穴径宜为 30～40cm，深宜为 30～50cm。

2 株行距：灌木宜采用 80cm×80cm～1.0m×1.0m，乔木宜采用 1.5m×1.5m～1.5m×2.0m。

3 对于坡度大于 15°的边坡，可采用灌木直播造林。

**5.7.5** 固沟林管理应注意下列几个方面：

1 新造幼林应实行封育，在幼林郁闭前，不宜修枝。

2 降水量在 400mm 以下的地区，成活率为 41%～70%的固沟林应进行补植，成活率小于 41%的应重新造林；降水量在 400mm 及以上的地区，成活率为 41%～85%的固沟林应进行补植，成活率小于 41%的应重新造林。

3 应加强病虫害防治。

## **5.8 填 埋 修 复**

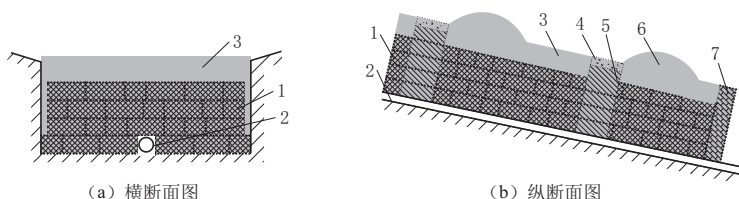
**5.8.1** 填埋修复可分为填埋复垦和半填覆绿。

**5.8.2** 填埋复垦宜用于坡耕地中深度小于 2m 的中、小型侵蚀沟，并符合下列规定：

1 填埋复垦包括沟道整形、暗管铺设、秸秆打捆、秸秆铺设、表层覆土、截流埂和渗井修筑、沟口防护等。填埋复垦工程布设见图 5.8.2。

2 防御标准按照 10 年一遇 3～6h 最大暴雨强度计算，设计排水量参照 GB 51018 中永久排水工程计算。

3 填埋复垦应按下列步骤施工：



1—秸秆捆；2—暗管；3—回填土；4—碎石层；5—石块；  
6—截流埂；7—沟口防护

**图 5.8.2 填埋复垦工程布设图**

- 1) 沟道整形基于大弯就势、小弯取直的原则，宜分段确定整形后的沟深和沟宽，挖方量应满足沟道整形后 50cm 厚度覆土量要求。整形后沟道横断面宜为矩形，沟底比降应不小于 2%。挖掘出的表土和生土分别堆放。
- 2) 暗管铺设在整形后整个沟底中部，应选取抗压耐腐的带孔波纹管或盲管，暗管间用防腐金属线连接，暗管表面和接头处应包裹土工布。暗管内径宜取 20cm，如暗管不能满足设计排水量，可增加管径和数量。
- 3) 将打包好的秸秆捆沿沟道一端铺设，最底层先横向紧挨暗管铺设，第二层在暗管正上方横向铺设前提下，同层秸秆捆横竖兼顾，不同层秸秆捆错位布设，码放紧凑。秸秆层厚度应为秸秆捆高度的倍数。秸秆层上方应留出 50cm 的覆土厚度。
- 4) 在秸秆层上方逐层覆土，先回填生土，后回填表土，机械压实后覆土层应高于原地面 20cm。
- 5) 截流埂和渗井应先在沟头布设，并沿沟道间隔 50m 分段布设。截流埂宜修筑成弧形，高 30~50cm，宽不少于 2m。渗井紧邻截流埂迎水面修筑，在沟道内用秸秆捆铺设矩形槽，内填石块，并用土工布和石笼网包裹，上铺 30cm 碎石，构成渗井。渗井宽不大于沟宽，

纵向长不少于 1.5m。

- 6) 沟口处采用石笼谷坊或石笼挡墙防护，宽度应略大于沟宽，中间呈凹形。暗管在出口端底部延伸到排水渠或自然沟道处。

4 施工期宜在秋收后，秸秆可直接现场打捆备用，表土冻结 20cm 后不宜施工。

5 损毁截流埂应及时修整。渗井应定期清淤。

**5.8.3** 半填覆绿宜用于沟深大于 2m，表土层厚度不小于 50cm 的侵蚀沟，并应符合下列规定：

1 半填覆绿包括沟道整形、秸秆填埋、覆土、谷坊、造林植草等。

2 半填覆绿应按下列步骤施工：

- 1) 应根据设计要求实施表土剥离。
- 2) 应将设计深度范围内的沟道整形为矩形断面，以利于秸秆捆填埋。整形宽度应随沟道自然宽度变化，可分成若干宽度断面，遵循小弯取直，大弯就势的原则。
- 3) 秸秆应打捆压实后填埋，秸秆捆的规格应满足 5.8.2 条的要求。
- 4) 在整形后的沟道底部，沿纵坡布设谷坊群，谷坊宜采用石笼谷坊或生态袋谷坊，谷坊不设上下游护底、护坡和消力池，以固定沟床，抬高侵蚀沟基准面，防止秸秆捆滑脱和沟底下切。
- 5) 秸秆捆沿侵蚀沟的一端开始铺设，从底层向上逐层铺设，应遵循同层秸秆捆横竖兼顾，不同层秸秆捆错位布设，码放紧凑的摆放原则。
- 6) 秸秆捆上层覆土厚度应不小于 50cm。
- 7) 沟坡宜采用鱼鳞坑、水平阶、穴状等整地方式造林，沟底造林宜选择耐湿、抗冲、根蘖性强的灌木树种。

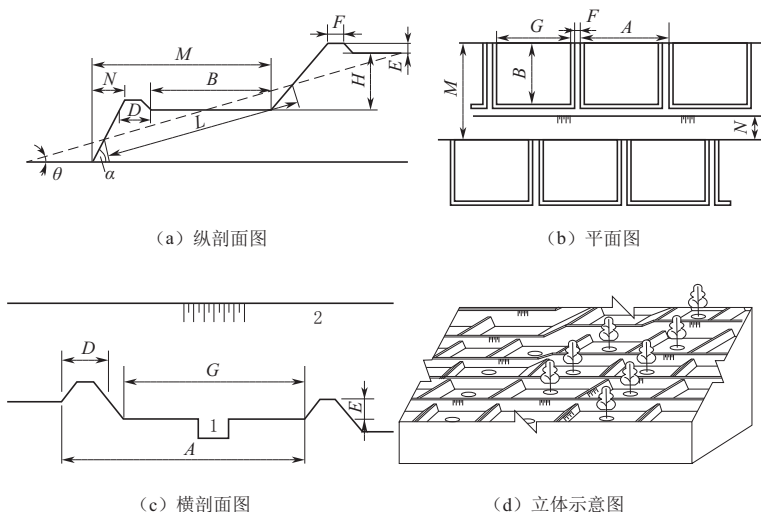
3 施工期要求参照 5.8.2 条。

## 6 其他水土流失防治技术

### 6.1 台 田

6.1.1 台田宜用于水土流失严重、地形复杂的缓坡地。

6.1.2 台田应包括田面、田埂和田坎。台田布设见图 6.1.2。



$\theta$ —地面坡度； $\alpha$ —田坎坡度；A—田面宽度；B—田面净宽；D—田埂底宽；  
E—田埂高；F—田埂顶宽；G—田面净长；H—田坎高；L—田面斜宽；  
M—田面毛宽；N—田坎占地宽；1—树坑；2—上一层台田的田坎

图 6.1.2 台田布设图

6.1.3 台田尺寸应按下列要求设计：

- 1 田面宽度 A 应为树木的行距，宜为 3~5m。
- 2 田面毛宽 M 宜为树木株距的整倍数。如确定树木的株距为 3m，田面毛宽可为 3m 或 6m。
- 3 田埂高 E 可按拦蓄当地 10 年一遇 3~6h 最大暴雨强度

设计。根据降水量不同，田埂的高度宜为 25~35cm，顶宽宜为 20~30cm，坡比宜为 1:0.5~1:1。

4 田坎高  $H$  宜为 0.6~1.1m。

5 台田的田坎坡度  $\alpha$  不应大于  $60^\circ$ 。

6 田坎上可种植经济灌木。

**6.1.4** 台田施工前应首先确定纵向基线，应根据树木行距确定田面宽度、斜面长度及各田坎的基点位置，并应满足下列要求：

1 先从坡脚施工，修平田面，挖好树坑，把上一个田块的部分表土铺在下一个田块内，最上面的一阶田面可客土或增施农家肥。

2 上下两行田块的位置宜呈“品”字形排列。

3 平整后的田面应向内侧略倾斜。田埂应夯实。

## 6.2 竹 节 壕

**6.2.1** 竹节壕宜用于土壤干旱瘠薄的坡度为  $6^\circ\sim 25^\circ$  的低山丘陵区的宜林宜草地。

**6.2.2** 竹节壕整地应沿等高线方向布设，开挖后应用生土筑埂并整形拍实，表土回填作为造林用土。

**6.2.3** 竹节壕按规格可分为大竹节壕和小竹节壕。设计标准应按 10 年一遇 3~6h 最大暴雨，并应满足下列要求：

1 小竹节壕槽宽宜为 50cm，槽深宜为 30~35cm，槽长宜为 1.0~1.5m。

2 大竹节壕槽宽宜为 1m，槽深宜为 80cm，槽长宜为 1.5~2.5m。

3 在不栽种水土保持植物的空壕情况下，小竹节壕的行间距宜为 2~10m，大竹节壕的行间距宜为 10~35m；在栽植水土保持植物情况下，小竹节壕和大竹节壕的最小行间距分别可降至 1.5m 和 2m。

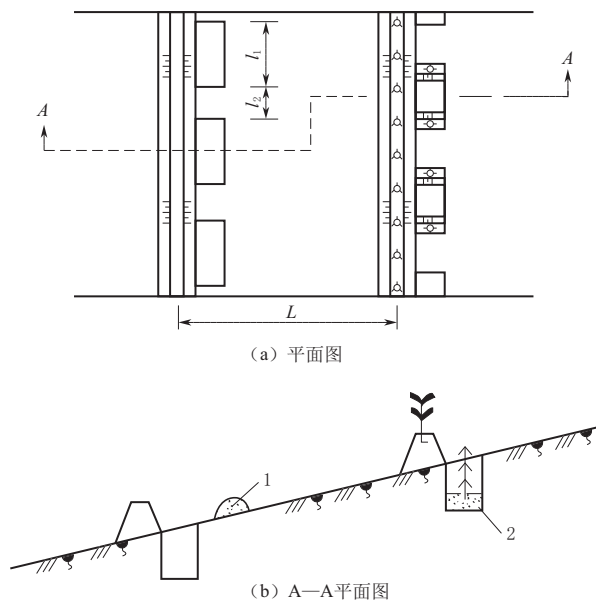
4 大竹节壕、小竹节壕的尺寸宜按表 6.2.3 的规定取值。

表 6.2.3 竹节壕参数表

| 名称       | 槽                 |                   |                   |                    |                               | 埂   |             |             | 槽行<br>间距<br>$L/\text{m}$ |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|-----|-------------|-------------|--------------------------|
|          | 槽长<br>$l_1$<br>/m | 槽宽<br>$b_1$<br>/m | 槽深<br>$h_1$<br>/m | 槽间距<br>$l_2$<br>/m | 坑容积<br>$V$<br>/m <sup>3</sup> | 坡比  | 埂高<br>/m    | 埂顶宽<br>/m   |                          |
| 小竹<br>节壕 | 1.0~<br>1.5       | 0.5               | 0.3~<br>0.35      | 2                  | 0.15~<br>0.53                 | 1:1 | 0.2~<br>0.3 | 0.2~<br>0.3 | 2~10                     |
| 大竹<br>节壕 | 1.5~<br>2.5       | 1                 | 0.8               | 1                  | 1.2~<br>2.0                   | 1:1 | 0.3~<br>0.5 | 0.2~<br>0.3 | 10~35                    |

5 埂的断面尺寸应根据竹节壕挖方量减去表土回填量所余方量连埂成型，达到挖填平衡。

6 竹节壕布设见图 6.2.3。



1—待回填表土；2—已回填表土

图 6.2.3 竹节壕布设图

7 竹节壕的埂上宜采取植被恢复措施，壕内可根据当地气候条件栽植水土保持林或者经果林。

6.2.4 竹节壕施工应先沿等高线方向定线，按设计开挖沟槽。

## 6.3 水 平 阶

6.3.1 水平阶宜用于土层厚度大于 20cm、坡度  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$  的陡坡。

6.3.2 水平阶应沿等高线布设，根据地势修筑断续或连续台阶。

6.3.3 水平阶设计标准可参照 GB 51018 坡面截排水工程设计标准，并应满足下列要求：

1 水平阶断面宽度宜为 1~3m，可修成  $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$  的反坡田面，也可修成水平田面。

2 水平阶的外沿修筑高 20~30cm、顶宽 20~30cm 的土埂。

3 树苗植于距阶边 30~50cm 处。

4 上下两阶的坡面距离应根据造林树种的行距确定。水平阶也可设计成隔坡型。

6.3.4 水平阶施工时应剥离表土用于回填造林。宜秋季施工，修筑时遇有低洼水线应断开水平阶，并沿低洼水线设置植草水道等排水工程。

## 6.4 鱼 鳞 坑

6.4.1 鱼鳞坑宜用于坡度  $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$  的陡坡。

6.4.2 鱼鳞坑平面宜呈半圆形，穴面稍向内倾斜，下沿筑弧状埂。

6.4.3 根据林种、树种、造林方式和立地条件确定鱼鳞坑规格，应符合 GB/T 16453.2 的规定。

6.4.4 鱼鳞坑施工时，应剥离表土并回填用于造林，生土及挖出的石块用于筑埂。

6.4.5 鱼鳞坑施工期应避开 7—9 月，宜秋季施工，春季栽苗。

## 6.5 封育治理

**6.5.1** 封育治理宜用于退耕后的还林还草地、禁垦（牧）轮牧的稀疏林地和草地、稳定侵蚀沟。

**6.5.2** 封育后应因地制宜，优先选用乡土树草种进行补植补种。

**6.5.3** 树草种选择应考虑林草植被结构的优化、生物多样性以及病虫害防治的需要。

**6.5.4** 封育设计应符合 GB 51018、GB/T 15163 和 GB/T 51097 的规定。

## 6.6 植物缓冲带

**6.6.1** 植物缓冲带宜用于河流、水库和湖泊等地表水体的两岸或侵蚀沟沟缘。根据布设位置，可划分为滨水植物缓冲带、滨沟植物缓冲带等。

**6.6.2** 植物缓冲带应沿受纳水体岸边布设或沿侵蚀沟的沟缘布设，并设置植物缓冲带保护标志。

**6.6.3** 植物缓冲带应选择具备良好生物学特性、环境适应能力和具有较强水土保持功能的植物品种。植物的选择应以乡土物种为主，有利于保护生物多样性和维持区域生态系统稳定。

**6.6.4** 植物栽植密度应根据其根茎萌发力、生长速度等生物学特性等设计。萌发力强、成篱墙速度快的植物不宜密植。

**6.6.5** 树种应选择耐水湿的灌木或中生的乔木。乔木阔叶林株行距可取  $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，针叶林株行距可取  $1.5\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，灌木林株行距根据不同树种的树冠大小，可取  $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ 、 $0.5\text{m} \times 1.0\text{m}$ 、 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ ；草种应选择地上部分生长迅速、茎叶繁茂，地下部分根系发达，兼具牧草作用的多年生草本植物。乔灌草种植顺序宜根据立地条件确定。

**6.6.6** 滨沟植物缓冲带宜为单排式或多排式，设置宽度宜为 3~15m，主要由灌木和草构成，不紧临耕地的地方也可采用乔木。

**6.6.7** 滨水植物缓冲带的宽度宜大于 10m，缓冲带的形式主要

有单排式、双排式、多排式 3 种。单排式带宽宜为 10~15m，双排式总带宽宜大于 15m，多排式总带宽宜大于 20m。单排式主要宜为灌木带；双排式主要宜为灌木—草带组合，也可灌木—乔木带组合；多排式主要宜为乔木—灌木—草带组合或灌木—草—灌木带组合。

**6.6.8** 植物缓冲带间距应保证其相邻植物带之间坡面不发生径流冲刷，在地形坡度大、土层薄、水土流失严重地区，植物缓冲带间距应适当缩小，反之则增加。

**6.6.9** 除必要的修剪等管理活动外，应减少对靠近水体岸边或沟缘的植物进行干扰，对其他滨水或滨沟位置的植物应定期改良、修剪，维持植物旺盛生长。

## **6.7 沙 障**

**6.7.1** 沙障宜用于极强度风蚀（广布沙丘、沙垄，流动性大）和强度风蚀（有流动或半固定沙丘）的地区。

**6.7.2** 沙障宜采用网格状（方格状）沙障，可采用柴草、秸秆或其他易获取的当地材料。

**6.7.3** 沙障设计应符合 GB/T 16453.5 和 GB 51018 的规定。

## **6.8 防风固沙林**

**6.8.1** 防风固沙林宜用于中度风蚀地区（常见半固定、固定沙地、沙垄或沙质土）和风水蚀交错区。

**6.8.2** 防风固沙林应根据风害、土壤、降水和保护对象等因素选择合适的林带类型。

**6.8.3** 防风固沙林营造应符合 GB/T 16453.5 和 GB 51018 的规定。

## **6.9 水土保持林**

**6.9.1** 水土保持林宜用于风水蚀严重的地区。

**6.9.2** 水土保持林应在防治水土流失的基础上，注重经济效益，

选择合适的乔、灌树种。

**6.9.3** 水土保持林应采取整地造林，在整地过程中注意整地区域以外的植被。

**6.9.4** 水土保持林营造应符合 GB/T 18337、GB/T 15776、GB 51018 的规定。

## **6.10 人工种草及草场改良**

**6.10.1** 人工种草及草场改良宜用于草场退化和沙化的天然草场、人工草场。

**6.10.2** 人工种草和草场改良应在调查当地立地条件和分析草场退化原因的基础上开展。应测试土壤或查阅当地土壤调查资料，了解土壤氮磷钾、pH 值及微量元素含量。

**6.10.3** 人工种草宜采取松土、补播等方式促进牧草生长，有条件的地区可采取人工灌溉。

**6.10.4** 草场改良宜选用豆科牧草补播，可结合草场围栏建设，充分利用大自然修复能力提高草场质量。

**6.10.5** 人工种草及草场改良应符合 GB/T 16453.5 和 NY/T 1237、NY/T 1342 和 NY/T 1343 的规定。

## **6.11 作业路**

**6.11.1** 作业路应满足正常的小流域水土流失综合治理施工、管理和农牧业生产的交通需求，并与村级道路和农业生产道路结合修筑。

**6.11.2** 作业路宜采用土质、砂石等路面，各地可根据实际情况就地取材。作业路两侧（或一侧）宜设置排水沟。

**6.11.3** 作业路应布设依地形情况而定，宜布设在分水岭或较完整的缓坡坡面上，并应满足下列要求：

1 田间的作业路路面宽度宜为 2~4m，并分段设计错车道。占用荒地的作业路路面宽宜为 4~6m，有大型农具通过需求的地区，作业路可根据大型农机具通行要求适当加宽。路面宜

高出地面 30~50cm，道路中间比道路两侧宜高出 10~20cm。排水沟设计以竹节壕式为宜，道路两侧宜种植护路林。

**2** 排水沟断面尺寸应能够安全排走道路本身及周边汇水面积的 10 年一遇 3~6h 最大暴雨，底宽宜为 30~60cm，深宜为 40~70cm，边坡宜为 1 : 0.5。

**3** 修筑道路填方深度大于等于 30cm 时，应分层碾压；填方深度小于 30cm，干容重应在  $1.5\text{t/m}^3$  以上。

## 7 运行管护

**7.0.1** 运行管护对象应为黑土区范围内实施的水土保持工程措施和植物措施。

**7.0.2** 水土保持措施运行管护应符合下列规定：

1 坚持“谁使用、谁管护”“谁受益、谁负责”和“日常维护管理与重点检查维护相结合”的原则，明确管护主体，落实管护责任，建立工程运行维护费用政府和受益主体分摊机制。

2 工程完工后应及时组织竣工验收，办理移交手续，落实管护主体和责任。

3 应建立产权、使用权和管理权明晰的分级管理管护制度。

4 定期对水土保持措施进行巡查维护，春季融雪后、汛前、暴雨后应增加巡查频次。

**7.0.3** 工程措施管护应符合下列规定：

1 工程措施应重点对梯田、地埂、截排水沟、沟头防护、谷坊、护坡等进行管护。

2 梯田应保持田面平整、田坎稳固。当田坎出现破损时，应及时修复。

3 地埂应保持稳固、埂带植物应保证成活率和保存率，耐刈割的灌木 1~3 年秋季平茬一次。

4 截排水工程应保持畅通，暴雨后及时清淤。

5 沟头防护应做到坚实，跌水、消力池等设施完整，保持排水畅通，防止沟头侵蚀加剧。

6 谷坊应保持坝体无破损、无塌陷、无异常变形，溢洪口畅通，消能防冲设施功能完好。

7 护坡应保持设计坡度，坡面稳固无破损，出现塌陷、架

空等现象，应及时修复。

**7.0.4** 植物措施应加强抚育管理，保证成活率和保存率，持续稳定发挥功效。

# 附录 A 黑土区水土保持分区及防治重点表

表 A 黑土区水土保持分区及防治重点表

| 一级区                   | 二级区         | 三级区                       | 区内特点                                                                                               | 防治重点                                                   |
|-----------------------|-------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| I 东北黑土区<br>(东北山地丘陵陵区) | I-1 大小兴安岭山区 | I-1-1hw 大兴安岭山地水源涵养生态维护区   | 本区位于大兴安岭山脉，以中低山为主。土地利用以林地为主。水土流失以水蚀和冻融侵蚀为主，主要发生在稀疏林地和稀疏草地。水土保持主导基础功能为水源涵养和生态维护                     | 保护与修复林草生态系统，增强森林水源涵养及径流调蓄功能，控制人为水土流失，对局部水土流失严重地区开展重点治理 |
|                       |             | I-1-1-2wt 小兴安岭山地丘陵生态维护保土区 | 本区位于小兴安岭山脉，以低山丘陵、丘陵宽谷和中低山为主。土地利用以林地和耕地为主。水土流失以水蚀为主，主要发生在农业和林业过渡的丘陵台地的坡耕地和稀疏林地。水土保持主导基础功能为生态维护和土壤保持 | 保护与培育林草资源，加强坡耕地及侵蚀沟治理，维护生态系统质量与稳定性                     |

表 A (续)

| 一级区                   | 二级区                 | 三级区                       | 区内特点                                                                                                              | 防治重点                                           |
|-----------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| I 东北黑土区<br>(东北山地丘陵陵区) | I-2<br>长白山-完达山地丘陵陵区 | I-2-1wn 三江平原-兴凯湖生态维护农田防护区 | 本区位于三江平原、兴凯湖平原及完达山。土地利用以耕地和林地为主。水土流失以水力侵蚀为主，冬春季易发生风蚀，主要发生在坡耕地和稀疏林地。水土保持主导基础功能为生态维护和农田防护                           | 保护和加强农田防护林建设，增加林草植被，调节农田小气候，促进农业生产             |
|                       |                     | I-2-2hz 长白山山地水源涵养减灾区      | 本区位于长白山主体区域，以中低山为主。土地利用以林地和耕地为主。水土流失以水蚀为主，主要发生在坡耕地和稀疏林地。水土保持主导基础功能为水源涵养和防灾减灾                                      | 加强植被保护与建设，提高水源涵养和径流调节能力；加强坡面和沟道水土流失治理，综合防治山地灾害 |
|                       |                     | I-2-3st 长白山山地丘陵水质维护保护区    | 本区位于长白山主体西侧，地貌以低山丘陵为主。土地利用以林地和耕地为主。水土流失以水蚀为主，主要发生在坡耕地和稀疏林地。水土保持主导基础功能为水质维护和土壤保持                                   | 加强植被建设和流域综合治理，防治面源污染，治理坡面和侵蚀沟                  |
|                       | I-3 东北漫川漫岗区         | I-3-1t 东北漫川漫岗土壤保持区        | 本区位于小兴安岭和长白山向松嫩平原过渡的山麓冲积、洪积平原，地貌以漫川漫岗为主。土地利用以耕地和林地为主。水土流失以水力侵蚀为主，坡面侵蚀和沟蚀并存，局部地区风蚀严重，主要发生在坡耕地和稀疏草地。水土保持主导基础功能为土壤保持 | 加强农田保护、推进坡耕地水土流失综合治理，强化截排水体系建设，加强侵蚀沟治理         |

表 A (续)

| 一级区                  | 二级区             | 三级区                     | 区内特点                                                                                                | 防治重点                                    |
|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| I 东北黑土区<br>(东北山地丘陵区) | I-4 松辽平原风沙区     | I-3-1fn 松辽平原风沙农田防护区     | 本区位于松辽平原腹地，地貌以平原为主。土地利用以耕地、草地和林地为主。水土流失以风力侵蚀为主，主要发生在坡耕地和稀疏草地。水土保持主导基础功能为防风固沙和农田防护                   | 加强农田防护林建设，增加林草植被，对沙化农田和草场进行综合治理         |
|                      | I-5 大兴安岭东南山地丘陵区 | I-3-1t 大兴安岭东南低山丘陵水土保持区  | 本区位于大兴安岭东南山地向松嫩平原过渡地带，地貌以山地、丘陵和台地为主。土地利用以草地、林地和耕地为主。水土流失以水蚀为主，东南部兼有风蚀，主要发生在稀疏草地和坡耕地。水土保持主导基础功能为土壤保持 | 加强坡耕地和侵蚀沟治理，控制坡面和沟道侵蚀，加大森林草原保护力度，防止草场退化 |
|                      | I-6 呼伦贝尔丘陵平原区   | I-3-1fw 呼伦贝尔丘陵平原防沙生态维护区 | 本区位于大兴安岭中段西麓地区，地貌以高原平原为主。土地利用以草地为主。水土流失以风力侵蚀为主，东北低山、丘陵漫岗地带带有水蚀，主要发生在稀疏草地。水土保持主导基础功能为防风固沙和生态维护       | 保护好现有林草植被，加强沙化草场、沙地、坡耕地治理               |

## 附录 B 黑土区水土保持分区治理措施表

表 B 黑土区水土保持分区治理措施表

| 分 区               | 措 施                                   |                                      |                               | 备 注                  |
|-------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
|                   | 坡 面                                   |                                      | 侵蚀沟                           |                      |
|                   | 耕地                                    | 坡地（非耕地）                              |                               |                      |
| 大兴安岭山地水源涵养生态维护区   | * 等高耕作、* 深松、秸秆覆盖还田、间作轮作、地埂、* 梯田、植物缓冲带 | * 竹节壕、* 截排水沟、* 防护林                   | * 沟头防护、* 石笼谷坊、削坡、护坡、* 固沟林     |                      |
| 小兴安岭山地丘陵生态维护保土区   | * 复式地埂、地埂植物带、间作轮作、梯田                  | * 截排水沟、封育治理、竹节壕、* 农田防护林              | * 沟头防护、* 石笼谷坊、削坡、护坡、* 固沟林     | 本区域等高耕作措施配合地埂等措施综合布设 |
| 三江平原-兴凯湖生态维护农田防护区 | 等高耕作、* 深松、垄间倒茬休耕、* 秸秆覆盖还田、地埂、梯田、植草水道  | * 截排水沟、* 农田防护林、* 滨水植物采纳              | 沟头防护、* 石笼谷坊、削坡、护坡、* 固沟林、连续柳跌水 |                      |
| 长白山山地水源涵养减灾区      | 间作轮作、* 梯田、复式地埂、* 地埂、* 深松、植物缓冲带        | 截排水沟、* 台田、* 竹节壕、水平阶、* 鱼鳞坑、* 封育治理、防护林 | * 沟头防护、* 石笼谷坊、* 削坡、* 固沟林      | 本区域等高耕作措施配合地埂等措施综合布设 |

表 B (续)

| 分 区                 | 措 施                                                                              |                                                    |                                                    | 备 注                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|                     | 坡 面                                                                              |                                                    | 侵蚀沟                                                |                              |
|                     | 耕地                                                                               | 坡地（非耕地）                                            |                                                    |                              |
| 长白山山地丘陵<br>水质维护保护区  | * 深松、间作轮作、地埂<br>植物带、* 梯田、* 植物缓<br>冲带                                             | * 截排水沟、台田、<br>* 竹节壕、* 水平阶、<br>鱼鳞坑、* 封育治理           | * 沟头防护、* 柳谷坊、<br>石笼谷坊、生态袋谷坊、<br>* 削坡、护坡、* 固沟林      | 本区域等高耕作<br>措施配合地埂等措<br>施综合布设 |
| 东北漫川漫岗土<br>壤保持区     | * 等高耕作、深松、少耕<br>免耕、垄间倒茬休耕、秸秆<br>覆盖还田、间作轮作、* 地<br>埂、* 梯田、* 植物缓冲带、<br>* 植草水道、鼠道式排水 | 截排水沟、封育治<br>理、* 农田防护林                              | * 沟头防护、* 连续柳<br>跌水、* 谷坊、* 削坡、<br>护坡、固沟林、* 填埋修<br>复 |                              |
| 松辽平原防沙农<br>田保护区     | * 少耕免耕、* 秸秆覆盖还<br>田、* 间作轮作、填埋修复                                                  | 封育治理、* 农田防<br>护林、人工种草、草场<br>改良、防风固沙带               | 石笼谷坊、生态袋谷坊、<br>* 固沟林                               |                              |
| 大兴安岭东南低<br>山丘陵土壤保持区 | * 等高耕作、* 少耕免耕、<br>* 秸秆覆盖还田、间作轮作、<br>地埂、* 梯田                                      | * 截排水沟、* 竹<br>节壕、水平阶、鱼鳞<br>坑、* 封育治理、水<br>土保持林、人工种草 | * 沟头防护、* 石谷坊、<br>* 石笼谷坊、削坡、护坡、<br>* 固沟林、填埋修复       |                              |
| 呼伦贝尔丘陵平<br>原防沙生态维护区 | * 少耕免耕、* 秸秆覆盖<br>还田、* 间作轮作、梯田                                                    | * 封育治理、农田<br>防护林、人工种草、<br>草场改良、防风固沙<br>带           | 沟头防护、谷坊、固沟<br>林，自然修复、填埋修复                          |                              |
| 注：* 为分区当前常用的措施。     |                                                                                  |                                                    |                                                    |                              |

# 附录 C 侵蚀沟分级表

表 C 侵蚀沟分级表

| 级别  | 沟壑投影面积/hm <sup>2</sup> |
|-----|------------------------|
| 小型沟 | 沟道（沟系）投影面积<0.3         |
| 中型沟 | 0.3≤沟道（沟系）投影面积≤1.4     |
| 大型沟 | 沟道（沟系）投影面积>1.4         |

标准用词说明

| 标准用词  | 严格程度                |
|-------|---------------------|
| 必须    | 很严格，非这样做不可          |
| 严禁    |                     |
| 应     | 严格，在正常情况下均应这样做      |
| 不应、不得 |                     |
| 宜     | 允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做 |
| 不宜    |                     |
| 可     | 有选择，在一定条件下可以这样做     |

## 标准历次版本编写者信息

### SL 446—2009

本标准主编单位：水利部松辽水利委员会

本标准参编单位：黑龙江省水利厅

黑龙江省水土保持科学研究所

吉林省水利厅

吉林省水土保持科学研究院

辽宁省水利厅

辽宁省水土保持研究所

内蒙古自治区水利厅

乌兰浩特市水土保持站

中国科学院东北地理与农业生态研究所

中国水利水电科学研究院

黑龙江农垦勘测设计院

北京师范大学

东北师范大学

本标准主要起草人：沈 波 孟令钦 范建荣 陈 光

鲁胜力 温 是 于德信 张显双

贾天会 阎百兴 杨爱民 杨海军

孙传生 袁 宏

中华人民共和国水利行业标准

黑土区水土流失综合防治技术规范

SL/T 446—2024

条 文 说 明

## 目 次

|   |                  |    |
|---|------------------|----|
| 1 | 总则.....          | 47 |
| 3 | 基本规定.....        | 48 |
| 4 | 坡耕地水土流失防治技术..... | 50 |
| 5 | 侵蚀沟治理技术.....     | 53 |
| 6 | 其他水土流失防治技术.....  | 55 |

# 1 总 则

**1.0.1** 黑土区位于我国的东北部，主要包括呼伦贝尔草原、大小兴安岭、三江平原、松嫩平原和长白山等地区，涉及内蒙古、黑龙江、吉林和辽宁 4 省（自治区），总面积 108.75 万  $\text{km}^2$ 。

### 3 基本规定

**3.0.1** 水土保持分区是指全国水土保持区划中的三级区。

**3.0.2** 各分区水土保持措施配置，要根据地貌并结合当地土地利用和水土流失特点，选择合适的治理模式。

(1) 三道防线防治模式。沿坡顶岗脊布设截排水沟、建设农田防护林、控制坡水进入农田，形成第一道防线；坡面采取等高耕作、地埂、梯田等措施，控制坡耕地水土流失，形成第二道防线；坡面和坡脚重点对侵蚀沟开展治理，通过填埋复垦、沟头防护、谷坊、沟坡削坡造林、整沟造林封沟等措施，控制侵蚀沟水土流失，形成第三道防线。适用于东北漫川漫岗土壤保持区。

(2) “金字塔”防治模式。从山顶到山脚梯级防治，山顶工程整地，营造水土保持林；山上部荒坡和陡坡布设竹节壕，营造水源涵养林；山中部坡地修果树台田，建设山地果园和经济林带；山下部的缓坡和平缓坡地，通过改垄、修地埂植物带和梯田措施，建设稳产农田；山脚以治理侵蚀沟和建设水源工程为主，布设沟道拦蓄排工程，提高抗灾能力。适用于小兴安岭山地丘陵生态维护保土区、长白山山地丘陵水质维护保土区、大兴安岭东南低山丘陵土壤保持区等。

(3) “三结合、三为主”的生态建设模式。生态保护和生态治理结合，以自然修复为主；工程措施与植物措施结合，以综合防治为主；生态效益与经济效益结合，以畜牧业基地建设配套为主。通过开展封山禁牧、围栏封育，建设草料基地和配套水源工程，建设农田防护林带，促进农、林、牧业的发展。适用于松辽平原防沙农田防护区、呼伦贝尔丘陵平原防沙生态维护区等。

(4) 保护性耕作模式。秸秆全部覆盖还田，增加地表覆盖；

实施免耕播种、减少对耕地土壤的扰动。对土壤进行必要的深松，蓄水保墒，开展施肥和病、虫、草害防治，培肥土壤，保护耕地的粮食生产力。适用于三江平原-兴凯湖生态维护农田防护区、东北漫川漫岗土壤保持区、松辽平原防沙农田防护区等。

## 4 坡耕地水土流失防治技术

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 黑土区耕地坡度较缓但坡长很长，耕地坡度达到  $0.25^\circ$  即产生水土流失。黑土区耕地坡度小于  $6^\circ$  的耕地占比达 91.47%，大于  $15^\circ$  的耕地仅占 1.01%。为了方便与水利部全国水土流失动态监测数据、自然资源部第三次全国国土调查数据相衔接，做此划分。各坡度的包含关系为前含后不含。

### 4.8 地 埂

**4.8.2** 地埂植物带临界距离  $L$  按照式 (1) 计算：

$$L = \frac{V_{\max}^2}{m^2 ch\varphi} \quad (1)$$

式中  $L$ ——临界距离，m；

$V_{\max}$ ——地埂植物带间开始发生土壤侵蚀的临界流速，m/s，取值为 0.15 或 0.16；

$m$ ——流速系数，根据地形切割度大小而定，取值为 1.0~2.0；

$\varphi$ ——根据坡降与地面糙率决定的系数，取值为  $7\sqrt{i} \sim 30\sqrt{i}$ ，其中  $i$  为地面坡降；

$h$ ——10 年一遇 24h 最大降雨强度，m/s；

$c$ ——径流系数。

地埂植物带种植的植物主要有胡枝子（苕条）、紫穗槐、柠条、桑条、草木樨、马莲、黄花菜等。播种量或株行距：胡枝子、柠条在埂上的播种量为  $40 \sim 60\text{kg}/\text{hm}^2$ ；草木樨为  $40 \sim 60\text{kg}/\text{hm}^2$ ；桑条采用 2 年生苗在埂上栽植 3 行；紫穗槐采用 1~2 年生苗在埂上栽植一行，株距为 30~50cm；马莲、黄花菜采取分根栽植，株距为 30~50cm。

**4.8.3** 可耕作地埂主要包括等高改垄、表土剥离、埂带整形、沟槽整形、表层覆土和起垄作业等技术环节。

1 以 1 : 500 以上地形图、坡度图用于规划设计可耕作地埂。

2 可耕作地埂间距符合当地机耕作业播幅倍数, 由于实践中水平垄难以做到完全水平和考虑到机耕作业, 经过试验观测,  $3^{\circ} \sim 10^{\circ}$  坡每隔 20~40m 的田面宽度设置一条可耕作地埂。可耕作地埂上下坡角一般不超过  $15^{\circ}$ , 保证农机作业通过。导水槽一般为水平槽, 呈单向或双向外侧倾斜, 保证排水通畅。

3 可耕作地埂一般在秋季整地时实施, 利于冻融期进行土块分散和土体沉实及保墒。

**4.8.4** 复式地埂在暴雨发生时, 允许复式地埂的上部单埂损坏, 使坡面来水进入复式地埂两埂间的蓄排水沟, 防止坡面产生穿过复式地埂的长切沟或冲沟。

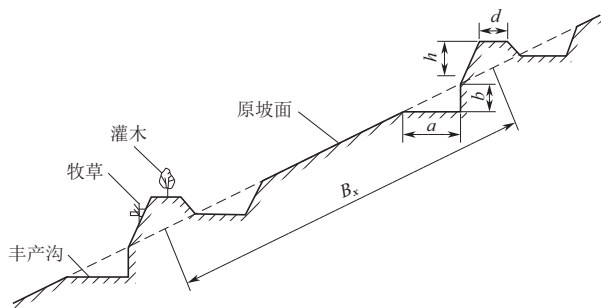
## 4.9 梯 田

**4.9.1** 水平梯田施工前开展表土层厚度及分布情况调查, 确定剥离的范围和厚度, 剥离的表土集中堆存并采取防护措施, 梯田修筑结束后, 将剥离的表土均匀回铺田面, 保持水平梯田土地地力不降低。水平梯田埂坎种植埂坎植物, 提高土地利用率, 防止梯田埂坎被冲蚀破坏。植物品种选择经济价值高、胁地较小的植物, 以乡土植物为主。

**4.9.2** 坡式梯田埂间距  $B_x$  根据地面坡度、降雨、土壤渗透系数等因素确定。地面坡度越陡,  $B_x$  越小, 降雨强度越大,  $B_x$  越小; 土壤渗透系数越大,  $B_x$  越大, 根据当地条件选定。坡式梯田断面见图 1。

田埂上方容量满足拦蓄与梯田级别对应的设计暴雨所产生的地表径流和泥沙。田埂顶宽  $d$  取 30~40cm, 田埂高  $h$  取 50~60cm, 外坡比为 1 : 0.5, 内坡比为 1 : 1。

**4.9.3** 宽面梯田在横坡和顺坡耕作条件下均可应用。



$d$ —田埂顶宽； $h$ —田埂高； $a$ —沟底宽； $b$ —埂下切深； $B_x$ —埂间距

图 1 坡式梯田断面

(1) 形成浅沟的临界坡长根据当地观测结果确定，无观测数据时按式 (2) 确定：

$$L_E = (0.087/S_E)^{2.736} + 52 \quad (2)$$

式中  $S_E$ ——汇流坡面坡降，m/m；

$L_E$ ——临界坡长，m。

(2) 宽面梯田修筑前实施表土剥离，剥离表土厚度为 20～30cm，挡水埂填筑达到设计高度后，平整田面，回填表土。

## 5 侵蚀沟治理技术

### 5.1 一般规定

**5.1.2** 侵蚀沟是指受坡面径流冲刷，在地面自然发育形成的线形伸展的槽型凹地，一般以独立侵蚀沟道或两条以上（含）侵蚀沟道连通的沟道系统形式存在，平面形状呈树干状或树枝状，切面形状呈 V 形、U 形或开阔形。侵蚀沟按主次级别划分为主沟和支沟。主沟指独立侵蚀沟道或沟系中侵蚀沟沟头与沟尾连线距离最长的一条侵蚀沟道，通常为最大的、汇集坡面径流最多的侵蚀沟道，部分与河流直接相连。支沟指沟系中直接或间接汇入主沟的侵蚀沟道。发展沟指存在沟头前进、沟底下切、沟岸扩张等发展发育现象的侵蚀沟。稳定沟指沟头停止前进，沟底停止下切，沟岸停止扩张，植被盖度大于 30%，不再发展发育的侵蚀沟。

**5.1.4** 围埂位置需根据实际情况尽量与作业路排水沟结合。适宜的沟缘低洼处包括主沟、支沟沟头以及沟岸相对稳定的地势较低点。坡面来水导入沟道措施包括导流槽、跌水、消力池、连续柳跌水、谷坊等。

### 5.8 填埋修复

**5.8.2** 填埋复垦先测量复垦侵蚀沟汇水区的地形图、坡度图和沟道横断面图，并调查记录土壤剖面分层信息。

(1) 秸秆选玉米、小麦、水稻和大豆秸秆。

(2) 打捆前秸秆需先经机械破碎，打成紧实的方形捆，秸秆捆规格由秸秆打捆机决定，一般为  $60\text{cm} \times 50\text{cm} \times 40\text{cm}$ 。

(3) 秸秆单捆总重量控制在 50kg 以内，密度不小于  $230\text{kg}/\text{m}^3$ 。

(4) 捆绑绳采用耐腐烂、抗拉力不低于 50kg 的材质绳。

**5.8.3** 半填覆绿的主要作用是抬高侵蚀基准面，稳定侵蚀沟两侧沟坡，有效控制和调节坡面暴雨径流进入沟道，保护地面不被沟壑切割破坏。一般在整形后的沟道底部，沿纵坡布设谷坊群。

## 6 其他水土流失防治技术

### 6.1 台 田

**6.1.2** 田埂上栽植能固土护坡和增加经济收入的灌木，可以选择的植物有紫穗槐、黄花菜和紫花苜蓿等。

**6.1.3** 田面净宽和田坎高度计算说明如下：

1 田面净宽  $B$  按式 (3) 计算：

$$B = H(\cot\theta - \cot\alpha) \quad (3)$$

式中  $\theta$ ——地面坡度；

$\alpha$ ——田坎坡度；

$H$ ——田坎高度。

2 田坎高度  $H$  按式 (4) 计算：

$$H = M \tan\theta \quad (4)$$

式中  $\theta$ ——地面坡度；

$M$ ——田面毛宽。

### 6.2 竹 节 壕

**6.2.3** 大、小竹节壕根据表土层厚度和施工难度选择，土层大于等于 30cm 的采用大竹节壕，土层小于 30cm 的采用小竹节壕。

(1) 竹节壕行距  $L$  按式 (5) 计算：

$$L = \frac{10000}{(l_1 + l_2)n} \quad (5)$$

式中  $L$ ——竹节壕行距，m；

$n$ ——每公顷竹节壕数量，个；

$l_1$ ——槽长；

$l_2$ ——槽间距。

(2) 每公顷竹节壕数量  $n$  按式 (6) 计算：

$$n = \frac{Q}{q} \quad (6)$$

式中  $q$ ——单个竹节壕容水量， $\text{m}^3$ ；

$Q$ ——每公顷产流量， $\text{m}^3$ 。

(3) 单个竹节壕的容水量  $q$  按式 (7) 计算：

$$q = V_{\text{坑}} - V_{\text{回填土}} \quad (7)$$

(4) 每公顷产流量  $Q$  按式 (8) 计算：

$$Q = 10KR \quad (8)$$

式中  $K$ ——径流系数；

$R$ ——10 年一遇 3~6h 最大暴雨量，mm。

## 6.3 水平阶

**6.3.1~6.3.4** 在降雨量大于 400mm 的地区修筑水平阶，在水平阶内每间隔 5~10m 修一个 15~25cm 高的土挡以间断水流。土挡设在两个乔木中间，距离等于株距。

## 6.5 封育治理

**6.5.2** 在采取补植措施情况下，补植植物选择与原树种不同的树种，营造混交林。混交林采用针叶林与阔叶林混交，乔木林与灌木林混交，深根性树种与浅根性树种混交。

## 6.6 植物缓冲带

**6.6.2** 植物缓冲带重点布设在耕地、牧草地等非点源污染区域与河流、水库、湖泊等受纳水体之间，并临近水体岸边。滨沟植物缓冲带重点布设在坡面与侵蚀沟交界的区域。

**6.6.3** 缓冲带植物根据立地条件选择植物生物学特性适宜的植物品种，兼顾其经济价值。主要植物品种有柠条、金银花（忍冬）、沙棘、紫穗槐、胡枝子、黄花菜、龙须草、花椒、黑豆果、刺五加、桑树、紫花苜蓿等。