

DB64

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T 1094—2015

宁夏水利工程格宾应用技术导则

Technical guidelines for the gabion technique used in Ningxia water conservancy
project

2015 – 11 – 27 发布

2015 – 11 – 27 实施

宁夏回族自治区质量技术监督局 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 格宾技术要求 6

 4.1 网片钢丝表层结构特性 6

 4.2 格宾材料分类 6

 4.2.1 格宾材料 6

 4.2.2 格宾水土环境 7

 4.3 格宾原材料性能 7

 4.3.1 钢丝 7

 4.3.2 钢丝镀层 8

 4.4 网片规格与要求 8

 4.5 箱体规格与要求 9

 4.5.1 坡面网垫 9

 4.5.2 基础网箱 9

 4.5.3 网箱挡墙 10

 4.6 填充材料要求 10

 4.6.1 填料种类 10

 4.6.2 填料粒径 10

 4.7 水力约束与格宾箱体 10

 4.8 土工布 10

5 格宾选型 11

 5.1 格宾选型要素 11

 5.2 黄河治理工程 11

 5.2.1 范围与原则 11

 5.2.2 格宾选用 11

 5.3 天然河道与灌区排水沟道工程 12

 5.3.1 范围与原则 12

 5.3.2 格宾选用 12

 5.4 渠道工程 13

 5.4.1 范围与原则 13

 5.4.2 格宾选用 13

 5.5 调蓄工程 14

 5.5.1 范围与原则 14

 5.5.2 格宾选用 15

- 5.6 其他建筑物工程..... 15
 - 5.6.1 范围与原则..... 15
 - 5.6.2 格宾选用..... 15
- 6 格宾施工..... 15
 - 6.1 网垫施工..... 15
 - 6.1.1 施工工序..... 15
 - 6.1.2 网垫组装..... 16
 - 6.1.3 网垫填料..... 16
 - 6.1.4 网垫封盖..... 16
 - 6.2 网箱施工..... 17
 - 6.2.1 施工工序..... 17
 - 6.2.2 网箱干法施工..... 17
 - 6.2.3 网箱水下施工..... 17
 - 6.2.4 网箱组装..... 18
 - 6.2.5 网箱填料..... 18
 - 6.2.6 网箱封盖..... 19
 - 6.3 挡墙施工..... 19
 - 6.4 其他要求..... 19
- 7 质量控制与材料检测..... 19
 - 7.1 质量控制..... 19
 - 7.1.1 格宾材料..... 19
 - 7.1.2 格宾网垫、网箱施工..... 19
 - 7.2 材料检测..... 19
 - 7.2.1 检测项目..... 19
 - 7.2.2 检测频次..... 20
- 8 包装、标志、运输、贮存和质量证明书..... 20
 - 8.1 包装..... 20
 - 8.2 标志..... 20
 - 8.3 运输与装卸..... 20
 - 8.4 贮存..... 20
 - 8.5 质量证明书..... 20

前 言

为使格宾材料在宁夏水利工程中更好地推广应用，指导设计单位科学合理设计，审查、审批部门把握关键环节，建设、管理单位正确采购与实施，制定本标准。

本标准在调查研究宁夏格宾工程设计、建设及运行管理经验的基础上，按照国家和行业相关规范、标准的要求，结合宁夏水利工程项目实际，对格宾应用的主要内容进行了规范。

本标准的编写格式符合 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求。

本标准由宁夏回族自治区水利厅提出并归口。

本标准主编单位：宁夏水利科学研究院。

本标准参编单位：宁夏水利厅科技教育处、宁夏水利厅规划计划处、宁夏水利工程建设管理局、宁夏水资源管理局、宁夏防汛抗旱指挥部办公室、宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司、银川市水电勘测设计院、吴忠市水务局、江阴格宾金属复合材料有限公司、马克菲尔（长沙）新型支挡科技开发有限公司。

本标准技术负责人：薛塞光、陆立国

本标准主要起草人：陆立国、薛塞光、顾靖超、李 东、孙建军、江 静、鲁 浩、杨海宁、柳东海、赵东辉、王永平、杜正礼、陈天伟、刘 荣、武慧芳、孙淑华、黎东芳、朱 洁、冯有亭、杨庆胜、杜 历、王正明、张晓玲、陆 敏、王 钰。

宁夏水利工程格宾应用技术导则

1 范围

本标准规定了宁夏水利工程格宾应用技术的术语和定义、格宾技术要求、格宾选型、格宾施工、质量控制与材料检测等内容。

本标准适用于宁夏河道、沟道、渠道、水库、蓄水池、湖泊等水利工程中格宾结构的设计、施工及质量控制。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 700-2006	碳素结构钢
YB/T 5357-2009	钢丝镀锌 锌或锌-5%铝合金
GB/T 17639-2008	土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布
GB/T 1839-2008	钢产品镀锌层质量试验方法
GB/T 20492-2006	锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线
GB/T 2976-2004	金属材料 线材 缠绕试验方法
GB 50021-2001	岩土工程勘察规范（附条文说明）（2009年版）
YB/T 4190-2009	工程用机编钢丝网及组合体
YB/T 4221-2010	机编钢丝网用镀层钢丝
YB/T 5294-2009	一般用途低碳钢丝
DB/T 811-2012	灌溉渠道衬砌工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

格宾 gabion

由网片、网箱、填充材料等集成而成的结构体。

3.2

格宾网片 gabion wire mesh

按生产工艺和用途不同分为机编网片和无锈熔接网片两种。

3.3

格宾网丝 gabion mesh wire

具有高强度、耐磨损、抗腐蚀性能的用于机编格宾网的编织丝，或用于无锈熔接网的熔接丝。

3.4

机编网片 machines for wire mesh

将具有高强度、耐磨损、抗腐蚀性能的网丝和边丝采用专用设备编织成具有多个六边形网目的网。详见图1。机编网片的编织丝按网片编织部位分为四种：边丝、网丝、绑扎丝、拉丝。

- a) 网丝。用于编织格宾网片边框“内部”的编织丝，详见图 2；
- b) 边丝。用于编织格宾网片“边框”的编织丝，详见图 2；
- c) 绑扎丝。用于连接格宾网片或格宾箱体间的编织丝，起到格宾“由片状到单箱”或“由单箱到群箱”的作用；
- d) 网片拉丝。用于连接格宾网箱前、后网片之间的水平连接丝，起到减小网箱变形的作用。详见图 3。

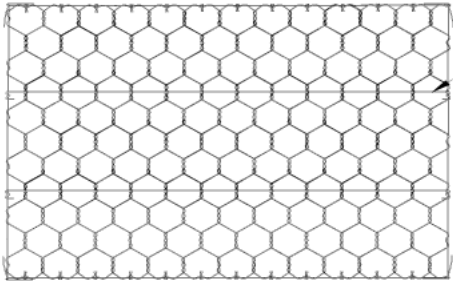


图1 格宾网片

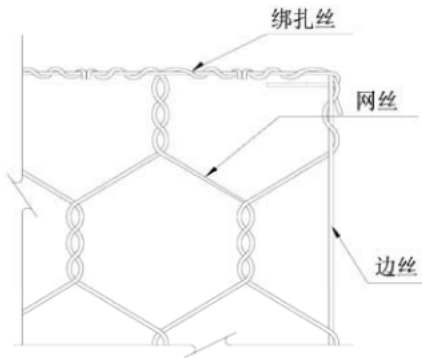


图2 网丝、边丝

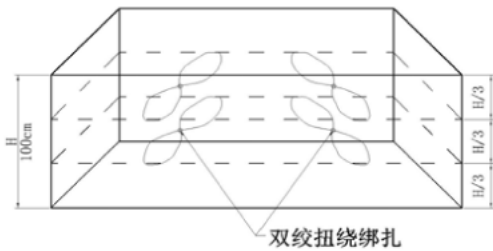


图3 网片拉丝

3.5

无锈熔接网片 no rust welding mesh

将优质“锌-10%铝-稀土合金镀层”低碳钢丝（镀层重量 $400\text{g}/\text{m}^2$ 以上），以一定的间距排列成网状，并将钢丝的交叉点经过瞬间高压熔接在一起形成具有多个矩形网目的网，详见图4。无锈熔接网片的钢丝一般分为四种。

- a) 横丝。用于无锈熔接网片的横向钢丝；
- b) 纵丝。用于无锈熔接网片的纵向钢丝；
- c) 扣件。用于连接无锈熔接网片或箱体间的配件，起到无锈熔接网“由片状到单箱”或“由单箱到群箱”的作用；。
- d) 网片拉丝。用于连接无锈熔接网网箱前、后网片之间的水平连接丝，起到减小网箱变形的作用。详见图 3。

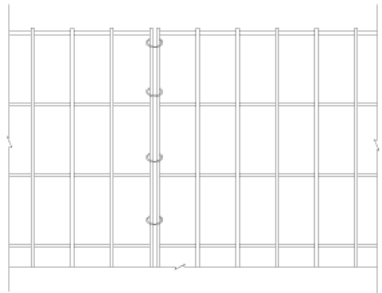


图4 无锈熔接网片

3.6

网目尺寸 mesh size

- 格宾网孔的大小，一般用 $D \times X$ 表示。网目尺寸大小主要取决于格宾工程用途、部位、填充料、造价等因素。
- 机编网片 D 为同一网孔内双绞钢丝绞合处中心线之间的距离（短轴向）， X 为同一网孔内沿网片编织方向最大距离（长轴向），详见图 5。
- 无锈熔接网片 D 为同一矩形网孔内横向钢丝间的距离（短轴向）， X 为同一网孔内纵向钢丝间的距离（长轴向），详见图 6。

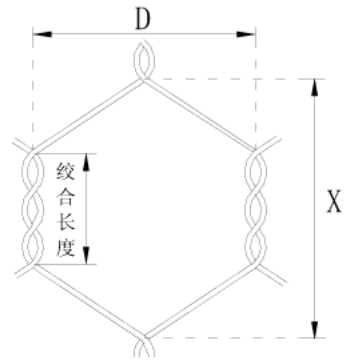


图5 机编网片网孔尺寸、绞合长度

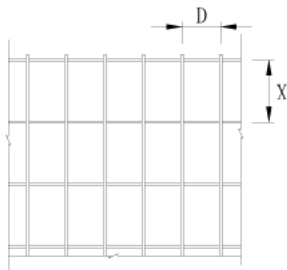


图6 无锈熔接网片网孔尺寸

3.7

绞合长度 twist length

机编网片网孔中沿网片编织方向（X方向）网丝缠绕段的长度。常见的绞合长度一般不小于3圈，详见图5。

3.8

网片拉伸强度 tensile strength for wire mesh

取1m宽的网片沿编织方向（X方向）进行拉伸，当网片中第一根网丝断裂时的强度读数，其单位为kN/m。

3.9

格宾箱体 gabion box

格宾网片在工厂或施工现场经裁剪、拼装、绑扎封口而成的矩形箱。分为两种：一是网垫，二是网箱。

3.10

格宾网垫 revet mattress

用于河道、沟道、渠道、水库、蓄水池、湖泊等水利工程的护坡格宾箱体，其厚度（H）一般为30cm、40cm，详见图7。

3.11

格宾网箱 gabion mesh cage

用于河道、沟道、渠道、水库、蓄水池、湖泊等水利工程护坡之下的格宾基础，或用于垂直挡墙表面及其基础的格宾箱体，其高度（H）一般为50cm、100cm，详见图8。

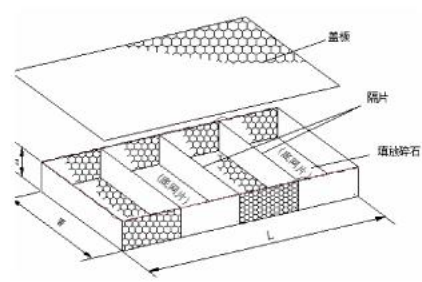


图7 网垫

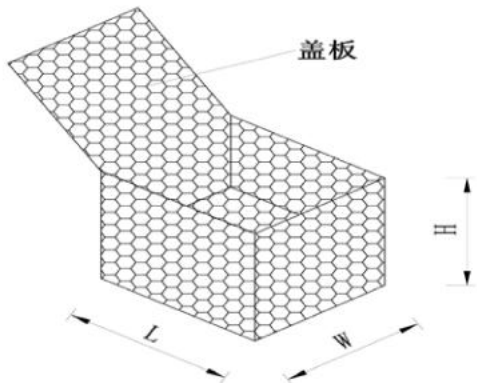


图8 网箱

3. 12

填充材料 filling material

格宾网垫、格宾网箱内填充的卵石或块石。

3. 13

卵石 pebble

粒径为6~20cm的无棱角的天然粒料。

3. 14

块石 block stone

经开采并加工而成的粒径大于20cm的石料。

3. 15

土工布 geotextiles

又称土工织物，由合成纤维通过针刺或编织而成的透水性合成材料，用在格宾体与地基土之间，起到反滤作用。

3. 16

复合土工膜 composite geomembrane

土工布和聚乙烯膜复合到一起的防渗材料，用在格宾体与地基土之间，起到防渗作用。复合土工膜常用的形式有：一布一膜、二布一膜。

3.17

天然河道工程 natural river engineering

宁夏清水河、苦水河，以及其他中小河流治理工程。

3.18

灌区排水沟道工程 irrigation drainage ditch

宁夏引黄灌区内以灌溉排水为主的沟道、湖泊景观水道。

4 格宾技术要求

4.1 网片钢丝表层结构特性

4.1.1 热镀锌。通过热浸的方法在低碳钢丝表面附着一层锌层，使低碳钢丝具有一定的防锈、防腐性能。

4.1.2 锌-5%铝-稀土合金镀层（或称高尔凡）。在“低碳钢丝”表面上的镀层，其成分为 5%铝、95%（锌+稀土合金）。该镀层可以提高格宾丝、格宾箱体的抗腐蚀性能和使用寿命。

4.1.3 锌-10%铝-稀土合金镀层（或称高尔凡）。在“低碳钢丝”表面上的镀层，其成分为 10%铝、90%（锌+稀土合金）。该层可以使格宾丝、格宾箱体具有更好的抗腐蚀性能和更长的使用寿命。

4.2 格宾材料分类

4.2.1 格宾材料

4.2.1.1 机编格宾

目前格宾行业编织丝按网片材料结构层分为五类：

- a) I 类格宾——“低碳钢丝”+“热镀锌层”结构；
- b) II 类格宾——“低碳钢丝”+“锌-5%铝-稀土合金镀层”结构；
- c) III 类格宾——“低碳钢丝”+“锌-10%铝-稀土合金镀层”结构；
- d) IV 类格宾——“低碳钢丝”+“热镀锌层”+“PVC 覆塑层”结构；
- e) V 类格宾——“低碳钢丝”+“锌-5%铝或 10%铝-稀土合金镀层”+“PVC 覆塑层”结构。

针对宁夏天然河道、引黄灌区排水沟道、渠道、水库、蓄水池、湖泊水体中有害离子对格宾材料的腐蚀性特征，并结合格宾不同材料的防腐性能，本标准按照格宾抵抗水环境的腐蚀能力，将应用于宁夏水利工程的格宾材料分为三类：

- 无或轻微腐蚀水环境：一般采用 I 类格宾——“低碳钢丝+热镀锌层”格宾；
- 弱腐蚀水环境：一般采用 II 类格宾——“低碳钢丝+（锌-5%铝-稀土合金镀层）”格宾；
- 中等或强腐蚀水环境：一般采用 III 类格宾——“低碳钢丝+（锌-10%铝-稀土合金镀层）”格宾。

鉴于宁夏水利工程建设条件和运行环境，一般采用 II 类和 III 类格宾。若中等或强腐蚀水环境采用 IV 类和 V 类格宾，应在格宾材料的环境耐腐蚀性专题研究报告论证的基础上选用。

4.2.1.2 无锈熔接网

- a) 无锈熔接网网片材质结构层为“低碳钢丝”+“锌-10%铝-稀土合金镀层”结构；
- b) 对于水景观要求较高的城市河道护岸的外露面，可以考虑采用无锈熔接网与机编网组合使用，外露面层采用无锈熔接网，底层采用机编格宾网；也可以单独制成网箱应用。采用无锈熔接网必须经充分论证后酌情选用。

4.2.2 格宾水土环境

- 4.2.2.1 格宾工程设计时，应进行工程所在地不同时段的水环境变化、水质特性分析，对 Cl⁻ 离子等提出明确评价。
- 4.2.2.2 地基土中可溶性盐对格宾材料的腐蚀性应做专题研究。
- 4.2.2.3 对于非腐蚀性水环境状况下的城市段，或有水景观、水生态要求的水利工程，格宾材料在技术经济比选后，可以提高选用标准。
- 4.2.2.4 格宾材料对应环境水质的选用详见表 1。

表1 环境水腐蚀性与格宾材料选用表

序号	水体 Cl ⁻ 含量 (mg/L)		腐蚀等级	格宾类别	格宾材料
	长期浸水	干湿交替			
1	<10000	<100	微	I、II	低碳钢丝+热镀锌层，或低碳钢丝+（锌-5%铝-稀土合金镀层）
2	10000~20000	100~500	弱	II	低碳钢丝+（锌-5%铝-稀土合金镀层）
3	—	500~5000	中	III	低碳钢丝+（锌-10%铝-稀土合金镀层）
4	—	>5000	强	III或专题研究	特殊水环境，应做格宾材料耐腐蚀性专题报告研究。
5				无锈熔接网	城市段，或有水景观、水生态要求，经充分论证后酌情选用。

4.3 格宾原材料性能

4.3.1 钢丝

4.3.1.1 机编网钢丝

- a) 机编钢丝是机编格宾网片中网丝、边丝、绑扎丝、拉丝等原材料的统称。钢丝的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 YB/T 4221-2010 规定；
- b) 格宾中常用的低碳钢丝直径为 2.2mm、2.7mm 和 3.4mm，其中边丝直径一般大于网丝直径，绑扎丝一般采用 2.2mm；
- c) 钢丝力学性能应符合 YB/T 5294-2009 规定。钢丝抗拉强度不小于 350MPa，钢丝伸长率不小于 10%。钢丝直径允许偏差符合表 2 的规定。

表2 钢丝直径与允许偏差

钢丝直径 (mm)	允许偏差 (mm)
>2.00~3.00	±0.04
>3.00	±0.06

4.3.1.2 无锈熔接网钢丝

- a) 无锈熔接网中的钢丝分为横向钢丝和纵向钢丝；
- b) 用于外露面板的钢丝直径一般为：横向 4.0mm、纵向 5.0mm。用于边网、隔网、网盖等非面板的钢丝直径一般为：横向 4.0mm、纵向 4.0mm。用于扣件的钢丝直径为 3.0mm；
- c) 钢丝抗拉强度不小于 400MPa，钢丝伸长率不小于 3%。焊接点剪断力不小于 2.8kN。

4.3.2 钢丝镀层

- 4.3.2.1 钢丝镀层应符合 GB/T 20492-2006 规定，具有均匀、连续、表面光滑，无裂纹和漏镀的外观，其色泽在空气中暴露后呈青灰色。
- 4.3.2.2 当镀层钢丝在 4 倍直径的锌棒上密绕 6 圈，热镀锌镀层表面应达到无起层或开裂状态（用手指摩擦钢丝，其不会剥落或开裂）。
- 4.3.2.3 不同钢丝直径与镀层重量、镀层最薄处厚度的关系详见表 3。对于锌-5%铝-稀土合金镀层钢丝，其镀层铝含量不小于 5%；对于锌-10%铝-稀土合金镀层钢丝，其镀层铝含量不小于 10%。
- 4.3.2.4 镀层厚度要均匀，通常取钢丝镀层的四个数值，最大值与最小值的比值不大于 2。
- 4.3.2.5 对于提高钢丝镀层重量的，需经论证后确定。
- 4.3.2.6 钢丝镀层重量及厚度指标详见表 3。

表3 钢丝镀层重量及厚度指标

格宾 类型	钢丝直径 (mm)	钢丝镀层类型					
		锌-5%铝-稀土合金镀层		锌-10%铝-稀土合金镀层			
		镀层重量 (g/m ²)	镀层最薄处厚度 (μ m)	镀层重量 (g/m ²)	镀层最薄处厚 度(μ m)	镀层重量 (g/m ²)	镀层最薄处 厚度(μ m)
机编网	2.2	≥220	≥25	≥250	≥25	≥350	≥40
	2.7	≥250	≥30	≥275	≥30	≥450	≥45
	3.4	≥275	≥32	≥320	≥32	≥550	≥55
	环境水腐 蚀性	无腐蚀或轻微-弱腐蚀		中等腐蚀		强腐蚀	
无锈熔接 网	钢丝直径 (mm)			镀层重量 (g/m ²)		镀层最薄处厚度(μ m)	
	4.0			≥420		≥45	
	5.0			≥550		≥55	
	应用条件			用于水景观要求较高河道护岸的外露面,与机编网组合使用			

4.4 网片规格与要求

- 4.4.1 根据宁夏水利工程特点与实践经验，机编网格宾网片的网目尺寸(D×X)常见的有 60mm×80mm、80mm×100mm、100mm ×120mm，无锈熔接网网片的网目尺寸(D×X)常见的有 62.5mm×100mm 和 100mm ×100mm。对有其他特殊要求的网片规格，经论证后确定。
- 4.4.2 机编网格宾网目尺寸与各部位钢丝的直径关系详见表 4。

表4 机编网网目尺寸与网丝直径

序号	网目尺寸 (mm)	网丝直径 (mm)	边丝直径 (mm)	绑扎丝直径 (mm)
1	60×80	2.2	2.7	2.2

2	80×100	2.2	2.7	2.2
3	100×120	2.7	3.4	2.2

4.4.3 网孔的允许偏差。用示值为 1mm 的钢卷尺测量网孔的 D 与 X，详见表 5。

表5 网孔尺寸允许偏差

格宾类型	网孔 D (mm)	网孔 X (mm)	允许偏差 (%)
机编网	60	80	±5
	80	100	
	100	120	
无锈熔接网	62.5	100	
	100	100	

4.4.4 网片沿纵向（X 方向）的抗拉强度应大于 30kN/m。

4.4.5 网片应具有无断丝、破损、锈蚀，色泽均匀，镀层无裂痕等良好外观。

4.5 箱体规格与要求

为了规范设计、施工中格宾箱体，本标准确定的格宾箱体有两种形式，一是将用在坡面上的格宾箱体称网垫；二是将用在坡面基础的格宾箱体或用于垂直挡墙的格宾箱体称网箱。

4.5.1 坡面网垫

4.5.1.1 本标准确定的护坡上单个网垫的尺寸规格为：顺水流方向（W 向）的宽度为 200cm，沿坡面垂直于水流方向（L 向）的长度为设计坡面长。垂直坡面方向（H 向）的厚度一般为：灌区排水沟道和渠道以 30cm 为主，黄河和天然沟道 40cm 及以上。对有特殊要求的网垫尺寸规格，经论证后确定。

4.5.1.2 在网垫边框内，一般沿坡面方向每 1m 设一道宽 200cm、高 30cm 的隔断网片，直至设计坡面顶，详见图 7。

4.5.1.3 若坡面（L 向）长度大于 5m，其网垫尺寸规格应根据工程实际专门设计，并对制作提出相应要求。

4.5.1.4 在有山洪、流速较大、拐弯处的网垫，上下网片增加拉筋以保证整体性。

4.5.2 基础网箱

4.5.2.1 用于河道、沟道、渠道、水库、蓄水池、湖泊等水利工程护坡之下的基础网箱尺寸规格，应根据工程特点、地质条件、冲刷深度、施工季节及水环境状况，以及工程建设其他要求等综合确定。

4.5.2.2 结合宁夏格宾应用实践，基础单体网箱尺寸规格为：箱体长度（顺水流方向，W 向）200cm，并在其中部设一片隔断网片；箱体宽度（L 向）80cm~100cm；箱体高度（H 向）50cm~100cm。对有特殊要求的单体网箱尺寸规格，经论证后确定。详见图 8。

4.5.2.3 在基础网箱设计中，应结合工程地质条件、冲刷深度、冻胀程度、施工条件等综合考虑，将网箱按二层或三层集成为基础。

4.5.2.4 为了减小网箱变形，应将其前、后网片之间用水平拉丝连接。拉丝设置原则为：

- a) 网箱高度不小于 100cm 时，原则上在箱内每 1/3 高度处设水平拉丝；
- b) 网箱内，拉丝呈“8”字形向内拉紧固定，使之外型平整。详见图 3。

4.5.2.5 格宾箱体允许误差详见表 6。

表6 格宾箱体允许误差

项 目	长	宽	高
允许误差 (%)	±3	±3	±2

4.5.3 网箱挡墙

对于高边坡采用网箱挡墙的格宾箱体，应按有关要求专项设计。

4.6 填充材料要求

4.6.1 填料种类

4.6.1.1 格宾网垫、网箱的填充材料，要根据水利工程所在地区建筑材料分布、项目经济性要求等选定。宁夏格宾填充材料常选用块石或卵石。

4.6.1.2 为了提高格宾网箱的密实度，对于卵石料丰富的区域，填充材料宜优先选用粒径、级配合理的卵石。

4.6.1.3 块石填充料应质地坚硬、软化系数大于 0.75、比重大于 2.0t/m³。

4.6.2 填料粒径

4.6.2.1 格宾网垫、网箱的填充材料粒径应满足有 90%以上的粒径不小于 (1.5~2.0) D (D 为同一网孔内双绞钢丝绞合处中心线之间的距离)。对有特殊要求的格宾填料粒径，经论证后确定。

4.6.2.2 填充材料为卵石时，其最小粒径大于 10cm、最大粒径不宜超过 25cm；

4.6.2.3 填充材料为块石（含碎石）时，最小粒径大于 12cm、最大粒径不宜超过 40cm。对有特殊要求的块石填料粒径，经论证后确定。

4.6.2.4 填充材料级配应满足格宾网垫、网箱体孔隙率的要求，卵石填充料孔隙率小于 0.2，块石填充料孔隙率小于 0.3。

4.6.2.5 填充材料粒径与格宾网目尺寸关系详见表 7。

4.7 水力约束与格宾箱体

根据宁夏河道、沟道、渠道等水利工程的流量、流速特点，以及格宾箱体使用部位，对于流量小于 1000m³/s 的河道、沟道、渠道格宾网目尺寸、填充材料的选择详见表7。对有特殊要求的，经论证后确定。

表7 不同部位箱体填充材料与网目尺寸

序号	格宾使用部位	填充材料对应网目尺寸	
		填充材料	网目尺寸（mm）
1	护坡	块石	80×100
		卵石	80×100 或 60×80
2	基础和护脚	块石	100×120
		卵石	100×120 或 80×100
注：特殊情况下，要根据专项设计要求，选择填充材料及网目尺寸。			

4.8 土工布

4.8.1 在黄河、清水河、苦水河等大型河道、沟道，以及水库、蓄水池等大型工程的格宾网垫、网箱下要铺设具有反滤作用的土工布，其指标为 $250\text{g}/\text{m}^2$ 或 $300\text{g}/\text{m}^2$ 。

4.8.2 在引黄灌区灌溉排水沟道、渠道、生态湖泊等中小型水利工程的格宾网垫、网箱下要铺设具有反滤作用的土工布，指标为 $200\text{g}/\text{m}^2$ 。

4.8.3 土工布分长丝土工布和短丝土工布，长丝土工布较短丝土工布具有更强的断裂力、顶破力、抗撕破力和透水性能。土工布优先采用长丝土工布；若采用短丝土工布，其渗透性能和强度应满足设计要求。

5 格宾选型

5.1 格宾选型要素

宁夏水利工程格宾选型时，要综合考虑以下要素：

- a) 格宾作用及其使用部位；
- b) 格宾工程运行水环境条件；
- c) 沟道、渠道的水力特征；
- d) 冲深、冻胀特征；
- e) 工程所在区域地方建筑材料条件；
- f) 工程地质条件与施工季节及水环境条件；
- g) 河道、沟道、水库、蓄水池、湖泊靠岸冰冻状况；
- h) 城市段，或水景观、水生态要求；
- i) 工程建设投资条件与业主义愿。

5.2 黄河治理工程

5.2.1 范围与原则

5.2.1.1 为了保护黄河堤防安全，本标准确定的格宾主要用于丁坝、垛、潜坝、平顺护岸等黄河整治工程，其中格宾网垫主要用于护坡，格宾网箱主要用于护坡的基础、护脚。

5.2.1.2 结合黄河宁夏段治理特点，格宾网垫、网箱填充材料一般以块石为主。

5.2.1.3 针对黄河青铜峡叶盛黄河大桥以上段，河床卵砾石资源较丰富，格宾也可以采用粒径与级配合理，而且能够达到前述要求的卵石作为填充材料。

5.2.1.4 黄河水中 Cl^- 含量一般为 $20\text{mg}/\text{L} \sim 100\text{mg}/\text{L}$ ，治理工程格宾材料宜以Ⅱ类格宾——“低碳钢丝+（锌-5%铝-稀土合金镀层）”为主；对有特殊状况与要求的格宾材料类别，经论证后可另行确定。

5.2.1.5 格宾网垫和网箱应坐落在稳定的、非冻结的天然地基或人工地基上。

5.2.1.6 格宾网垫、网箱的网目和填充材料依据本标准前述规定确定。若采用其他网目尺寸，或有特殊要求，经论证后确定。

5.2.2 格宾选用

5.2.2.1 用于丁坝、垛、平顺护岸的格宾护坡，其网垫厚度一般为 40cm ，若要增加网垫厚度，经论证后确定。

5.2.2.2 在宁夏黄河治理中，①旱工护脚格宾网箱一般为二层，每层厚度 50cm 或 100cm ，宽度为 200cm 或 250cm ，详见图 9 和图 10。若旱工护脚采用其他格宾网箱尺寸，或有特殊要求，经论证后确定。②水下护脚或其他格宾网箱的设计应依据冲深计算、河势状况专门研究确定。

5.2.2.3 对于丁坝、垛、潜坝等水下进占抛投体，采用格宾网箱。

5.2.2.4 对于黄河治理中的水下进占抛投体可采用格宾石笼或低碳镀锌钢丝机编网片石笼。格宾材料的要求依据前述规定。低碳镀锌钢丝机编网片钢丝直径为 4.00mm±0.07mm，镀层重量不小于 85g/m²。绞合长度不小于三圈。

5.3 天然河道与灌区排水沟道工程

5.3.1 范围与原则

- 5.3.1.1 天然河道格宾网垫主要用于护坡，格宾网箱主要用于护坡的基础、护脚。
- 5.3.1.2 灌区排水沟道格宾网垫主要用于护坡，格宾网箱主要用于基础。
- 5.3.1.3 宁夏天然河道、沟道 Cl⁻含量一般为 200mg/L~3000mg/L；灌区沟道、湖泊 Cl⁻含量一般为 100 mg/L~900mg/L；泾河等清洁水 Cl⁻含量一般小于 50mg/L。针对宁夏河道、沟道、湖泊常见的环境水腐蚀特性，河道与沟道工程的格宾材料宜以Ⅱ类格宾——“低碳钢丝+（锌-5%铝-稀土合金镀层）”，或Ⅲ类格宾——“低碳钢丝+（锌-10%铝-稀土合金镀层）”为主。
- 5.3.1.4 格宾网垫和网箱应坐落在稳定的、非冻结的天然地基或人工地基上。
- 5.3.1.5 若河道与沟道具有地下水位高、基槽内积水深、流土流沙严重，格宾网垫、网箱砌筑前，应采用抛投干茬石或人工编织石笼对软基进行预处理，使地基达到设计稳定的要求。

5.3.2 格宾选用

- 5.3.2.1 对于宁夏清水河、苦水河、中小河流治理工程，当岸坡砌护高度 H 小于 300cm 时，格宾网垫边坡不宜陡于 1:1.75；当岸坡砌护高度 H 不小于 300cm 时，格宾网垫边坡不宜陡于 1:2.0。对于砌护高度 H 不小于 600cm 时，格宾网垫边坡不宜陡于 1:2.5。
- 5.3.2.2 对于宁夏引黄灌区排水沟道，当岸坡砌护高度 H 小于 300cm 时，格宾网垫边坡不宜陡于 1:2.0；当岸坡砌护高度 H 不小于 300cm 时，格宾网垫边坡不宜陡于 1:3.0。
- 5.3.2.3 对于生态湖泊，当岸坡砌护高度 H 小于 250cm 时，格宾网垫边坡不宜陡于 1:3.0；当岸坡砌护高度 H 不小于 250cm 时，格宾网垫边坡不宜陡于 1:4.0 左右。
- 5.3.2.4 对于特殊地形、水文地质条件，且砌护高度较大时，坡比与结构型式经论证后确定。
- 5.3.2.5 格宾网垫、网箱的网目和填充材料除依据本标准前述规定确定外，还要考虑河道、沟道的流量和流速因素，详见表 8，图 9 和图 10。若采用其他网目尺寸，或有特殊要求，经论证后确定。
- 5.3.2.6 对于不做护脚的基础网箱，采用渠道工程中的矩形网箱错台基础形式，详见图 11。
- 5.3.2.7 格宾网垫顶部若设置“压顶”时，一般采用块石，其宽 50cm、厚 30cm。

表8 河道、沟道格宾选型

序号	流量或流速 ($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m/s}$)	基础(cm)		护脚(cm)	
		宽 (B1)	深 (H1)	宽 (B2)	深 (H2)
天然河道	$Q \geq 300$ 或 $V \geq 3$	120	100~120	250~400	2 层×50
	$100 \leq Q < 300$ 或 $2 \leq V < 3$	100~120	120~150	200~250	2 层×50
排水沟道	$100 < Q \leq 50$ 或 $V < 2$	100~120	120~150	一般不做护脚	
	$50 < Q \leq 30$ 或 $V < 2$	100	100~120		
	$30 < Q \leq 10$ 或 $V < 2$	100	100		
	$Q < 10$ 或 $V < 2$	100	80		
注1：若工程地质有特殊情况，应在计算的基础上合理确定基础尺寸。					
注2：格宾选型时除参照本表外，应重视冲深、地基冻胀、水环境特征等因素的影响。					

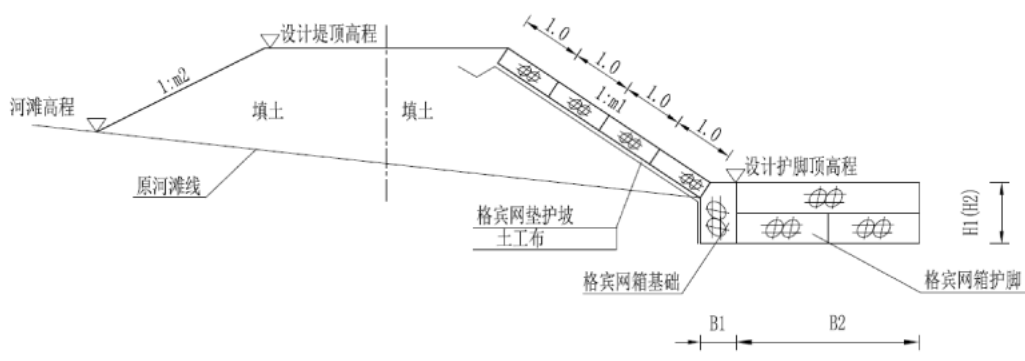


图9 黄河、河道、沟道坡面网垫和基础网箱剖面示意图

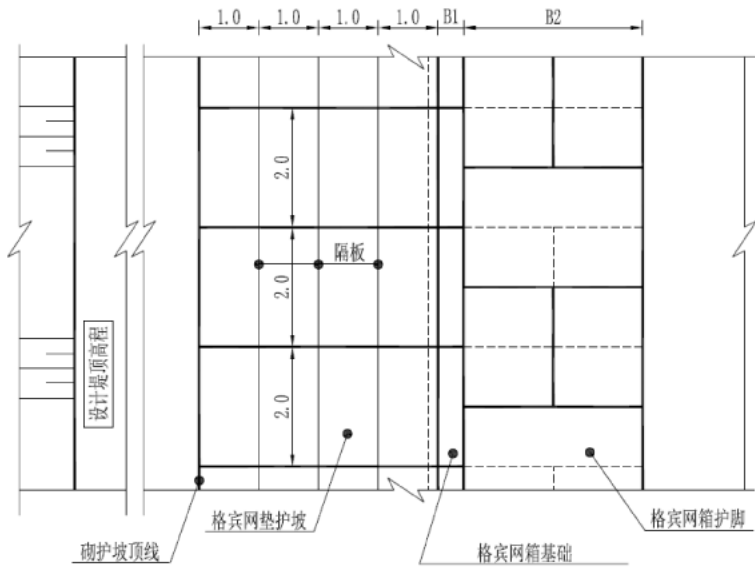


图10 黄河、河道、沟道坡面网垫和基础网箱平面示意图

5.4 渠道工程

5.4.1 范围与原则

5.4.1.1 宁夏引黄灌区渠道砌护中，对地下水位高、边坡滑塌严重的大、中型渠道砌护，为了稳定渠道边坡，减轻冻胀破坏的影响，经论证后，可在渠深 1/3 以下的坡面部位设置格宾网垫与网箱。详见图 11。

5.4.1.2 渠道砌护格宾网垫边坡不宜陡于 1:1.5。有条件的情况下，格宾网垫边坡可以缓至 1:2 左右。

5.4.1.3 格宾填充材料经料源、运距、经济性，以及箱体抗变形等比选后，可选取块石或卵石，原则上坡面慎用卵石填充料。

5.4.1.4 渠道运行期水中 Cl^- 含量一般为 20~100mg/L，非运行期渠道坡脚受到外部地下水影响，水中 Cl^- 含量一般为 50~600mg/L，其砌护工程格宾材料一般采用 II 类格宾——“低碳钢丝+（锌-5%铝-稀土合金镀层）”；对有特殊状况与要求的格宾材料类别，经论证后可另行确定。

5.4.2 格宾选用

5.4.2.1 渠道边坡格宾网垫厚度一般采用 30cm。

5.4.2.2 渠道坡脚基础网箱常见形式有两种：

- a) 矩形网箱基础，其埋深 100cm，可分为二层砌筑，每层 50cm；宽 80cm~100cm。
- b) 矩形网箱错台基础，其埋深 100cm~150cm，可分多层错台砌筑，每层 50cm；底部最大宽度 120cm。详见图 11。
- c) 若渠道坡脚存在特殊情况，需采用其他尺寸规格，应经论证后确定。

5.4.2.3 格宾网垫、网箱的网目和填充材料依据本标准前述规定确定。若采用其他网目尺寸，或有特殊要求，经论证后确定。

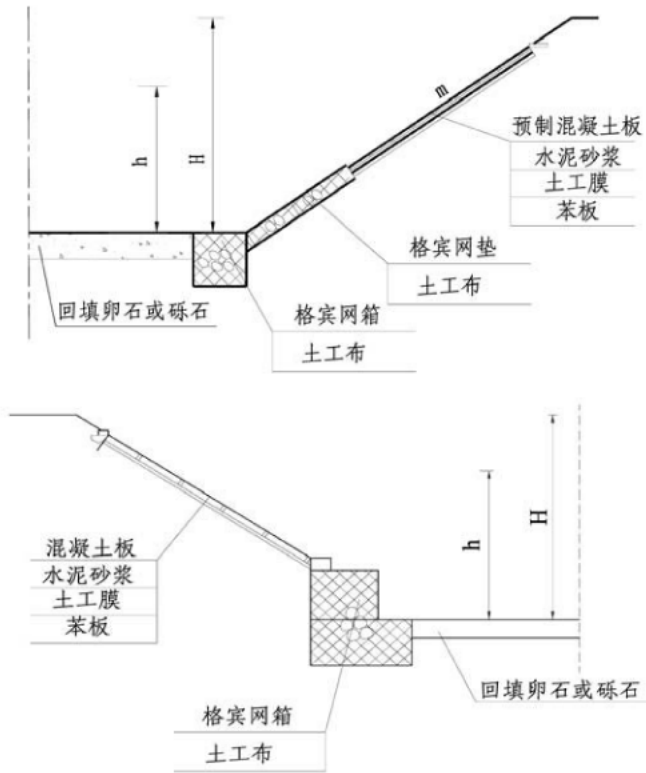


图11 渠道格宾衬砌

5.5 调蓄工程

5.5.1 范围与原则

5.5.1.1 本标准调蓄工程主要指为人畜饮水、工业用水和农业灌溉提供水源的大中型蓄水池、水库。格宾网垫、网箱主要用于蓄水池和水库迎水面护坡及其基础。若格宾用于调蓄工程其他部位，经论证后确定。

5.5.1.2 调蓄工程格宾网垫边坡不宜陡于 1:2.5。有条件的情况下，格宾网垫边坡可以缓至 1:4 左右。

5.5.1.3 调蓄工程坡面格宾网垫厚度一般采用 30cm 或 40cm。

5.5.1.4 对蓄黄河水的水池和水库，水中 Cl^- 含量一般为 20mg/L~900mg/L，其砌护工程格宾材料采用 II 类格宾——“低碳钢丝+（锌-5%铝-稀土合金镀层）”；对天然径流水库，水体 Cl^- 含量较高，在水质调查评价后，采用 II 类格宾——“低碳钢丝+（锌-5%铝-稀土合金镀层）”或 III 类格宾——“低碳钢丝+（锌-10%铝-稀土合金镀层）”。对有其他特殊状况与要求的格宾材料类别，经论证后确定。

5.5.1.5 对有防渗要求的调蓄工程，格宾网垫、网箱下部应铺设复合土工膜作为防渗层。

5.5.1.6 当调蓄工程水位变幅较大、迎水面坡有明显冰冻运行工况时，在水位变幅区的格宾网垫填料粒径级配要合理、绑扎要紧密（绑丝间距 10cm）、冰期要人工破冰，以防止冰面推力破坏格宾网垫、网箱。

5.5.1.7 对有较长坡面的蓄水池、水库等工程，若采用格宾防护，应在坡面上设置 400cm×600cm 的井字梁格，梁格内一般填充 30cm 厚的格宾网垫。梁格采用混凝土材料的，梁高不宜小于 45cm；采用格宾箱材料的，梁高不宜小于 60cm。格宾绑扎丝除做好单个网垫之间的绑扎外，还应与梁格绑扎。

5.5.2 格宾选用

格宾网垫、网箱的网目和填充材料依据本标准前述规定确定。若有抗冰等特殊要求的，网目尺寸和填充材料经论证后确定。

5.6 其他建筑物工程

5.6.1 范围与原则

5.6.1.1 本标准中其他建筑物包括两类：一是水闸、涵洞、跌水等工程的出口消能防冲设施，主要有护坡、护底工程；二是对以稳固边坡为主的垂直挡墙工程。

5.6.1.2 针对宁夏水工建筑物的环境水腐蚀特性，格宾材料一般采用Ⅱ类格宾——“低碳钢丝+（锌-5%铝-稀土合金镀层）”，或Ⅲ类格宾——“低碳钢丝+（锌-10%铝-稀土合金镀层）”。

5.6.1.3 此类建筑物设计除满足各自要求外，还应符合格宾网垫、网箱的技术要求。

5.6.2 格宾选用

5.6.2.1 对水闸、涵洞、跌水等水利工程的出口消能防冲段和垂直挡墙，其格宾网垫、网箱的网目尺寸为：80mm×100mm 和 100mm×120mm。填充材料为块石和卵石，详见表 9。

5.6.2.2 格宾网垫、网箱的网目和填充材料依据本标准前述规定确定。若有特殊要求，网目尺寸和填充材料经论证后确定。

表9 其他建筑物格宾规格

序号	部 位	网 目（mm）	填充材料
1	消能、防冲	80×100	卵石或块石
2	高边坡挡墙	80×100	卵石或块石
		100×120	块石

6 格宾施工

本标准格宾施工内容主要包括：格宾网垫护坡、格宾网箱基础、格宾垂直挡墙的施工。

6.1 网垫施工

6.1.1 施工工序

格宾网垫应在坡面整修验收合格后进行铺设安装，其工序流程详见图12。

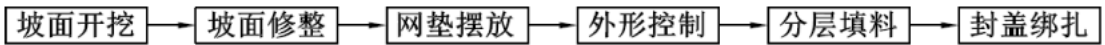


图12 格宾网垫施工工序流程图

6.1.2 网垫组装

6.1.2.1 单个网垫

首先在河道、沟道、渠道、水库、蓄水池、湖泊工程的坡面地基上，或坡面附近的场地上，将网垫半成品的隔片与网身调整成90°，其次按规定的绑扎间距要求用绑扎丝绑扎，在设计坡面位置上组装成单个网垫，详见图13。

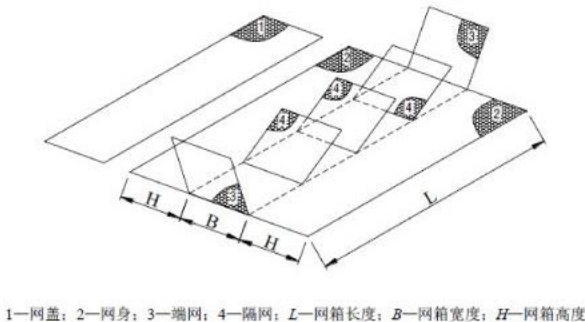


图13 格宾网垫展开图

6.1.2.2 绑扎要求

- a) 在隔网与网身的四处交角各绑扎一道；
- b) 在隔网与网身交接处，每间隔 15cm 绑扎一道，每道缠绕 4 圈。

6.1.2.3 网垫集成

宁夏水利工程格宾在顺水流方向（B向）的单个网垫宽度一般为200cm，按设计要求摆放到位后，将相邻网垫按规定的间距绑扎，集成满足设计要求的坡面格宾网垫。

6.1.3 网垫填料

- 6.1.3.1 为了保证施工质量，坡面网垫填料采用人工摆放、机械送料相结合的填料方式。
- 6.1.3.2 网垫填料时，应由网垫下部向上部逐一向各网格内填料。
- 6.1.3.3 填料粒径大小要均匀摆放，相互搭接平稳，以满足填充料密度要求。填料预留压缩变形高度一般取 3cm（高出网垫）。
- 6.1.3.4 网垫填料施工质量控制的关键是格宾网垫填料后的变形与密实度的控制。

6.1.4 网垫封盖

当单个网垫填料完成后，要即可将网盖与网垫、隔断网片、相邻网垫之间按间距15cm~20cm的要求相互绑扎，详见图14。

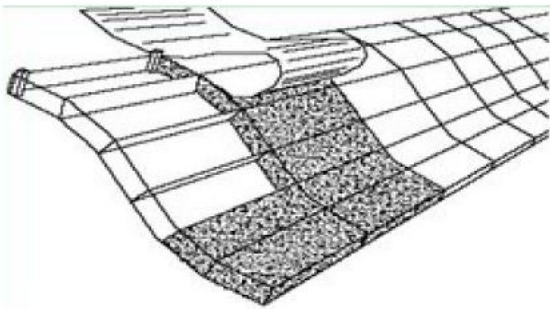


图14 格宾网垫铺设示意图

6.2 网箱施工

6.2.1 施工工序

6.2.1.1 格宾网箱主要用于护坡的基础部位，其施工前应结合不同水环境特点的河道、沟道、渠道、湖泊景观水道的水特点，提出围绕排水、基槽稳定为主的施工组织设计。

6.2.1.2 在有导流的条件下，应将工程段落的水导流至其他沟道或上下游，以减少来水量，降低作业面水位。

6.2.1.3 针对宁夏河道、沟道、渠道、湖泊景观水道基础施工排水、基槽稳定实际状况，基础网箱的施工分为干法施工和水下施工两种，其工序流程详见图 15 和 16。

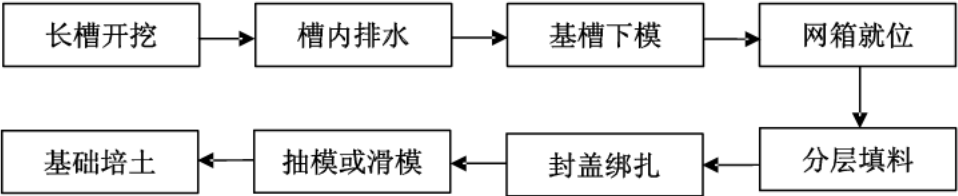


图15 格宾网箱基础干法施工工序流程图

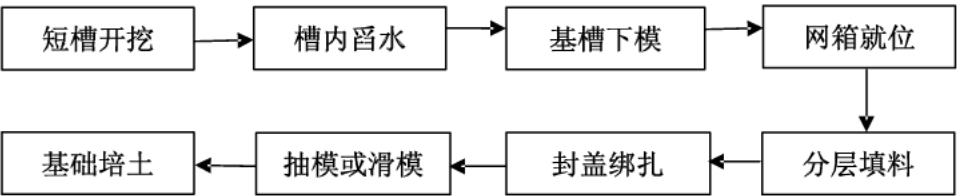


图16 格宾网箱基础水下施工工序流程图

6.2.2 网箱干法施工

干法施工是指通过排水措施后，基槽内积水深度小于30cm，且基槽稳定，没有明显流土、流沙现象。此时基槽开挖一般采用“长槽”式，长度约为60m~100m。其工序为图15，由此逐段推进。排水方法采用小型水泵。

6.2.3 网箱水下施工

水下施工是指场地排水困难，基槽内积水深度大，且基槽稳定性差，存在明显的流土、流沙现象，该施工场地主要分布在宁夏引黄自流灌区排水沟道。此时基槽开挖一般采用“短槽”式，长度约为3m~5m。其工序为图16，由此逐段推进。具体做法如下：

6.2.3.1 基槽开挖，形成局部围堰。根据基础宽度和深度，采用与基础宽度相近的挖掘机铲斗，沿纵向预挖长3m的基槽，形成局部围堰。基槽开挖弃土就近堆放于基槽临水侧，形成小围堰，并进行适当拍压密实，减少外水漏入基槽。在开挖基槽时及时控制基础高程。

6.2.3.2 基槽舀水。基槽成型后，用挖掘机铲斗将已开挖的基槽内的积水快速舀出。

6.2.3.3 基槽下模。快速将事先准备好的钢制滑模起吊至已开挖好基槽内，采取机械和人工相结合摆正滑模，再次确定高程。

6.2.3.4 模内网箱就位。将绑扎好的2m×1m×1m（长×宽×高）的网箱摆放至滑模内。为了保证网箱在填充石料时不变形，用直径3cm钢管横担于网箱上沿中间位置，将网箱两侧撑开。

- 6.2.3.5 网箱填料。用挖掘机向网箱内缓慢填充石料，待石料填满后封盖绑扎。
- 6.2.3.6 撤模培土。上述工序完成后，用挖掘机继续向前开挖，至基槽高程合格后，将滑模撤走至开挖的基槽内，将已制作好的网箱石笼两侧再用挖掘机培土压实。

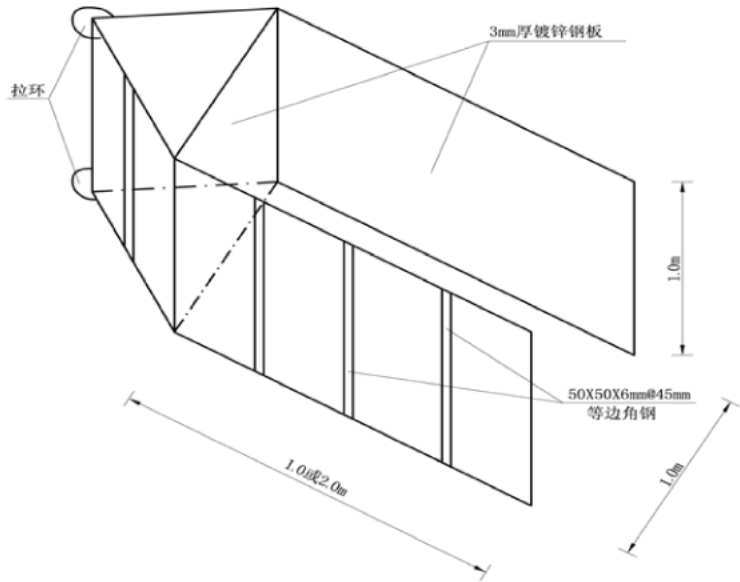


图17 钢制滑模图

6.2.4 网箱组装

6.2.4.1 单个网箱

在前述网垫施工前，先要完成网垫基础网箱的施工。一般先在河道、沟道、渠道、水库、湖泊等网垫的基础槽内，或附近的场地上，将网箱半成品的隔片与网身调整成90°，之后按规定的绑扎间距用绑扎丝绑扎，组装成网箱。

6.2.4.2 绑扎要求

- a) 隔网与网身的四处交角各绑扎一道；
- b) 隔网与网身交接处，每间隔 15cm 绑扎一道，每道缠绕 4 圈；
- c) 网箱水平拉丝按照本标准前述规定设置。

6.2.4.3 网箱集成

格宾在顺水流方向的单个网箱长度一般为100cm~200cm、宽80cm~100cm、埋深100cm~150cm，在其按设计要求摆放到位后，要将相邻（上、下，左、右）网箱的边丝按规定的间距用绑扎丝绑扎，拼装成基础的连续网箱。

6.2.5 网箱填料

网箱填料除满足前述网垫填料的基本要求外，还应符合以下要求：

- a) 应依次、均匀、分批向各网箱内填料，严禁将单个网箱一次性填满；
- b) 对于高度不小于 100cm 的网箱，要结合设置的水平拉丝，采用分层填料的方式填筑，避免网箱产生超规定的变形；

- c) 为了使外露格宾网箱工程的外观平顺、美观,对有特殊要求的网箱,施工时应在有防变形支撑措施下进对网箱填充石料。

6.2.6 网箱封盖

当单个网箱按照要求完成填料后,要即可将网盖与网箱边丝、相邻(上、下,左、右)网箱之间的边丝按要求相互绑扎在一起,绑扎间距15cm~20cm。

6.3 挡墙施工

格宾挡墙施工除参照前述网垫、网箱施工要求外,还要按照格宾挡墙专项设计与施工要求进行。对于水景观要求较高的城市河道护岸挡墙的外露面,可以考虑采用无锈熔接网,但必须经充分论证后酌情选用。

6.4 其他要求

- 6.4.1 不得采用吊装格宾石笼就位的方式施工。
- 6.4.2 不得在回填的冻土上施工格宾。
- 6.4.3 不得采取格宾基础培土后清淤沟道的施工方法。

7 质量控制与材料检测

7.1 质量控制

7.1.1 格宾材料

- 7.1.1.1 每批格宾材料均应提交格宾网片及其原材料的质量合格证,各项检测指标均须符合有关规范、设计和本标准要求。
- 7.1.1.2 格宾网片半成品进入施工场地后,应按有关规定取样检验、检测,在达到设计要求后,方可应用于格宾工程相应部位。
- 7.1.1.3 格宾材料、填充材料和土工布的质量应符合前述有关规定。

7.1.2 格宾网垫、网箱施工

- 7.1.2.1 检查施工期排水设计方案能否满足场地排水要求,复核施工组织设计。
- 7.1.2.2 检查网垫、网箱地基是否稳定、密实,坡比和地基承载力是否符合设计要求。冬季施工要检查坡面地基土是否已经解冻。
- 7.1.2.3 检验坡面、铺设面、基槽的平面位置、尺寸、高程是否符合设计要求。
- 7.1.2.4 检查土工布反滤层的施工是否符合设计要求。
- 7.1.2.5 检查网垫、网箱、挡墙组装工序、几何尺寸、施工工序、面层平整度是否符合前述有关规定。

7.2 材料检测

7.2.1 检测项目

检测执行国家和行业相关规定。检测项目包括钢丝的直径、强度、伸长率,钢丝镀层厚度、重量、铝含量,网目尺寸,网垫、网箱尺寸等。

- 7.2.1.1 钢丝的直径、强度、伸长率符合本标准 4.2.1 的要求。
- 7.2.1.2 钢丝的镀层厚度、重量、铝含量符合本标准 4.2.2 的要求。

7.2.1.3 网目尺寸符合本标准 4.3 的要求。

7.2.1.4 网垫、网箱尺寸符合本标准 4.4 的要求。

7.2.2 检测频次

同厂别、同品种的格宾材料总用量在 $20\text{万m}^2\sim 30\text{万m}^2$ （展开面积）的，每 3万m^2 检测一次；总用量在 $10\text{万m}^2\sim 20\text{万m}^2$ 的，每 2万m^2 检测一次；总用量小于 10万m^2 的，每 1万m^2 检测一次；不足 1万m^2 的，应进行检测。

8 包装、标志、运输、贮存和质量证明书

8.1 包装

格宾包装应符合YB/T 4190的规定，网片可采用卷筒式或折叠成捆包装，网箱折叠成片状成捆包装，并附有产品合格证。

8.2 标志

格宾产品应附有合格证，并标明：产品名称、产品规格、产品标准、商标；生产企业名称、地址；生产日期、批号和每件数量；检验员章。

8.3 运输与装卸

8.3.1 格宾的运输工具应保持清洁、干燥，并须有必要的防潮防雨水条件；

8.3.2 格宾应使用良好的机械平稳装卸或者人工堆码整齐，严禁使用丝绳吊装或在 1m 以上高度扔落。

8.4 贮存

8.4.1 格宾应贮存在空气流通、无腐蚀性气体的场所；

8.4.2 产品自生产日期起，原则上保存期不宜超过6个月

8.5 质量证明书

质量说明书应符合YB/T 4190的规定。内容包括：产品对应的标准号、厂方名称或印记、需方名称、发货日期、合同编号、产品规格与数量、产品标准中所规定的各项检验结果、产品所用原材料技术指标、检验员签字、检验日期。
