

格宾石笼在杂填土高边坡防护中的应用研究

张海锋

中国水利水电第十一工程局有限公司

摘要:在河道生态治理过程中,部分河道两岸多年堆积建筑垃圾、弃土和生活垃圾等混杂的复杂土层,多为城市发展的遗留问题,对于此类边坡的治理方式较多,本文阐述了通过台阶状修坡和采用格宾石笼挡墙进行柔性支护的施工技术,兼顾复杂土质边坡生态治理的安全性和景观功能。

关键词:格宾网;水泥土;回填

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.13.027

一、概述

郑州市贾鲁河二七区段从尖岗水库至陇海快速路,河道两岸分布高陡边坡,局部高达25m,冲沟发育,地表存在较大起伏。边坡表层为素填土或杂填土,素填土主要为粉土,杂填土主要为粉土、碎砖屑、砖块等,多为附近河道开挖土、建筑垃圾和少部分生活垃圾混杂而成,厚度0.4~15.0m不等。填土成分复杂,结构疏密不均,分布无规律,由其构成的边坡稳定性较差,一旦发生失稳将威胁沿河道路及坡顶构筑物的安全。

二、技术要点

贾鲁河在进行生态修复过程中,要对边坡杂填土进行修坡和绿化治理,如果将杂填土全部清运,工程量、周期长、工程费用高,开挖后地形沟壑多,地形塑造困难,不能兼顾河岸生态治理的景观功能。

为了减少土方开挖清运工程量,节省建设投资,兼顾安全和景观功能,根据当地土质特性,对杂填土高边坡适度削坡后采用格宾石笼挡墙支护。

对杂填土高边坡削坡处理,开挖综合坡比保持在1:2.5~1:3之间,基本保证高边坡在开挖施工过程中处于稳定,修坡开挖时进行边坡结合台阶的方式,在台阶上设置1m厚10%水泥土基础后布设格宾石笼挡墙,最后回填格宾石笼挡墙后侧土方,并在台阶表面种植植被,防治水土流失。如下图所示:

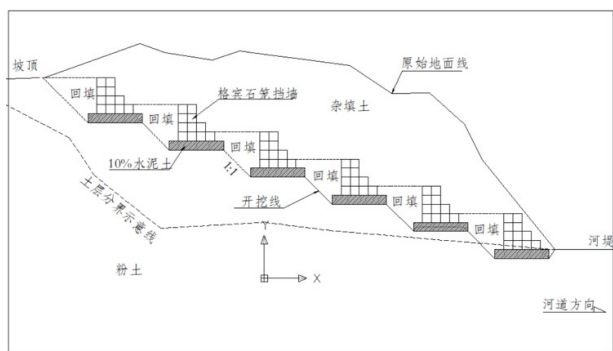


图1 边坡开挖支护示意图

三、施工工艺流程

分层削坡→清理基槽→水泥土施工→铺设土工布→格宾石笼挡墙施工→土方回填格宾石笼后侧→种植植物防护。

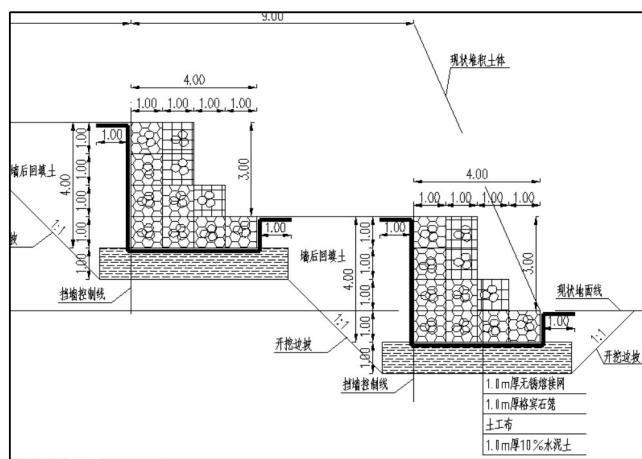


图2 格宾石笼挡墙施工示意图

四、施工工艺要点

(一) 分层削坡

从上至下分层进行土方开挖,按照3m一个台阶分层开挖,台阶宽度保持6m,相邻台阶之间高差为3m。机械开挖时预留180mm~220mm厚的保护层由人工清除,尽量减少机械设备对基底土体扰动。

(二) 基槽开挖

在预留台阶部位进行格宾石笼水泥土基础的基槽清理,人工配合机械平整,设置1%的横坡便于排水,间的排水。

(三) 水泥土施工

格宾石笼挡墙基础采用10%水泥土,厚度为1米,压实度不小于93%。

为保证水泥土基础顶面压实均匀,最终压实质量和成品尺寸满足设计要求,在水泥土填筑过程中,从上至下每层每侧依次增加20cm的超填工作面,保证两侧的压实质量。

水泥土采用“场拌法”施工,在施工前通过试验段确定水泥土施工碾压机具和碾压遍数,施工段长度等施工参数。选择符合要求的土料运输至工作面,将土料含水量调至最优百分比±2%,平整土料,用水泥在土料上打方格,方格尺寸根据水泥掺量和土料容重等参数计算每袋水泥的摊铺面积后确定。人工摊铺水泥,撒布均匀。

水泥摊铺完成后,采用路拌机拌和,拌和深度要达到下承层顶。具体操作时候,安排专门的人员跟随作业,以便实时勘察拌和深度做好操作机器人员的配合。杜绝拌合底部的“素土”夹层。使路拌机略破坏(约1~2cm)下承层的表面,以利上下层黏结。水泥拌合结束后,使用振动碾或胶轮碾碾压,平地机整平。碾压遍数满足要求后,检测压实度达到93%以上,洒水养护。

(四) 土工布铺设

水泥土基础施工完成并养护成活后,铺设土工布。采用300g/m²长绒土工布。土工布铺设在石笼与土体接触

部位，并保持1m的富余量，用于两侧锚固。

土工布卷应该确保被安全地安装到位，而不能在之前就遭到破坏。土工布卷要放置在没有积水的地方，且保持自身的平整，整体的高度原则上不要高于四卷的总高，保证卷别清晰可见。土工布卷的表层还需要盖上不透明的材料，预防光老化。

在贮存的时候，还要同时保证标签不被破坏，以及其自身资料是可查询的；在其从材料库运送到施工场地的途中，土工布卷一定不能受到破坏。不论是何种程度的损坏，土工布卷必须要给予其修复。如果实在受损非常严重则要弃用。倘若其受到的是化学试剂的污染，绝对禁止被用于工程中。

用人工滚铺，布面要平整，并适当留有变形余量。土工布的安装使用缝合的方法。缝合宽度不小于300mm。格宾石笼前后垂直方向土工布先不展开，待格宾石笼挡墙施工完毕后，将端部固定在格宾石笼顶部，在格宾石笼挡墙前后土料分层回填前缝合，并锚固在最上一层填土底部。

布面的缝合不允许出现断点，需要全部缝合而禁止断断续续地缝合；重叠缝隙不能小于300mm；最小缝针距离织边（材料暴露的边缘）不小于25mm；缝合结束之后应当对铺设的土工布进行检查，发现有漏针的地方必须重新缝合，确保缝合质量，避免在安装后土壤、其他混杂的颗粒物，以及不明物质混入土工布层。土工布要用专门的缝制机器缝合在一起，同时，选取能够抵抗化学破坏以及抗光老化的缝合线操作。

对于土工布片和接缝处要做好全面的检查，针对有缺陷的土工布片和缝合片，要清楚地标记在土工布上面，并给予其及时的修缮；在每日完工之前，还要仔细检查这一天全部铺设的土工布表面，组好肉眼的检测，判定是否有损坏之处，并及时标记好做出适当的修补，保证铺设表面不存在潜在的破坏物质，为保证土工布在施工前不受损、不老化，应在土工布进场后及时按照规范要求验收，铺设时，应铺一卷，开一卷，并检验外观质量。

(五) 格宾石笼挡墙施工

1. 格宾网组装

格宾网箱尺寸根据挡墙的长度及高度而定，网箱由供货商提供成品，在施工现场使用镀锌钢丝绑扎成型。绑扎时采用 $2.2 \pm 0.04\text{mm}$ 双股钢丝进行，绑扎间距不大于150mm。

拉直网片，组装时要对准每一个折缝，格宾网箱组装应按设计图示位置依次安置，按照施工的要求完成位置的固定，之后再挂上线微调调整的程度。

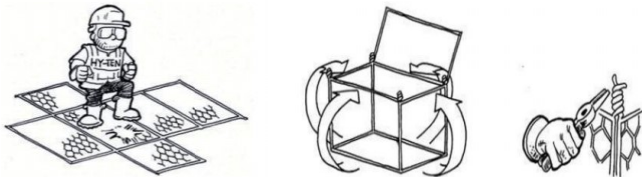


图3 格宾网组装示意图

间隔网与网身应成 90° 相交，其结构在处理完成之后应该呈现出长方形的格宾网箱组，在边缘处做好对接，绑扎线都是双股线会更加结实，将钢丝的末端做回折处理。

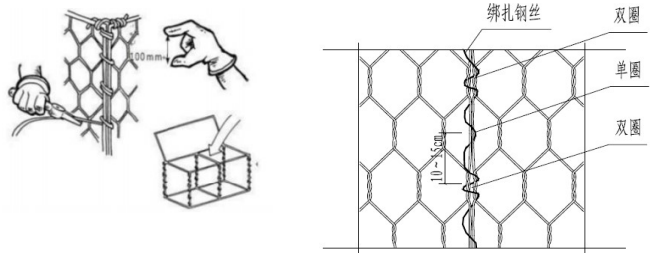


图4 格宾网绑扎示意图

对于网箱组所使用到的网片，其交接的位置绑扎道数应符合以下要求：间隔网以及网身的四角都要绑扎一道；二者的交接处每间隔10-15cm绑扎一道；它们之间的相邻框线，还要进行组合绑扎。在一孔绑扎一圈，另一孔绑扎两圈，最后形成螺旋状穿孔绞绕的联结。

网箱组间的连接绑扎要符合下面的要求：相邻网箱组的上下四角各绑扎一道；互相临近的网箱组的上下框线或折线，必须每间隔10-15cm绑扎一道；相邻网箱组的网片结合面每隔2平米绑扎2个地方，还要将其联接到下面的网箱，一起绑扎，使之连成一片。

每层网箱连接完成后，石笼网箱与其他石笼紧贴并固定牢固，然后网箱外露部分，横向使用 $\Phi 48$ 钢管间隔2m，上下间距0.33m进行加固；竖向 $\Phi 48$ 钢管间隔2m进行加固，竖向钢管应深入地下1m或与下部已施工完成网箱固定1m；纵向间距0.33m使用 $\Phi 48$ 钢管对网箱进行加固，横向钢管每根长度需大于4m。施工顺层箱边缘临时固定，保证箱体装料后边缘顺直流畅。

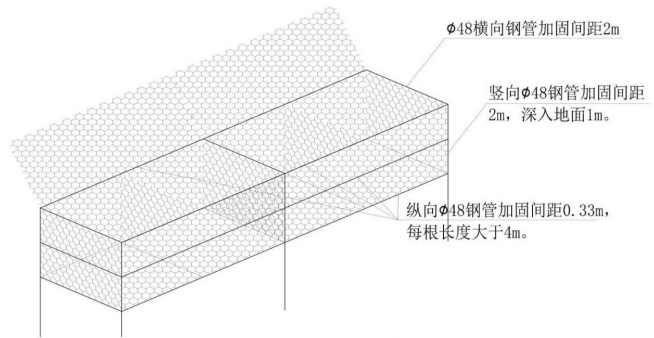


图5 石笼网箱加固示意图

格宾网箱砌体应符合下列要求：网箱组砌体平面位置要按照图纸的规定的标准去完成，网箱层与层间砌体保持横竖交替，上下不断层，不应被发现大的漏洞。单层的网箱组当放置“丁”字箱体。

格宾网施工基面施工测量的精度指标应符合以下要求：平面位置允许误差 $\pm 30\text{mm} - \pm 40\text{mm}$ ；高程允许误差 $\pm 30\text{mm}$ ；格宾网箱网平整度的相对高度差允许范围 $\pm 30\text{mm}$ 。

施工中对设置的施工高程控制点必须严加保护，并定期检测、校正。

格宾网箱网护底的基底及其密实度、基础深度和轮廓线长度及宽度。

2. 填充料施工

填石要求：填充物采用块石；格宾填石粒径为120~400mm，空隙率控制在30%以内，石子的品质应该是尽量坚硬的，强度等级MU30，比重不小于 2.6t/m^3 ，不会被土崩瓦解，能够抵御风沙的侵蚀。很薄的石片、条

石不适宜被选材；极易风化的岩石、泥岩等更加不能被用作充填石料；格宾面墙靠墙面30cm范围内，应该采取干砌的方式。

施工时，对于各个箱体投料的时间应该是平均的，而不能单一投满一个箱体，填充材料顶面宜适当高出结构体 3cm-5cm，结构要压实。在封盖的时候尽量保证一次成形，还应采用同材质的扎丝或扣件连接。

填料施工中，箱体平放，应控制每层投料厚度在30cm以下，一米左右高度的网箱应被划分为四层，慢慢投料。逐步头中小的碎石块，确保紧密填充其缝隙，逐渐调整好箱体外形。对于外侧的填充石料，其表面应人工或机械砌垒平整，石料间应互相搭接。

用填料填满格宾网箱，不能选取本身直径低于网眼的石块，而应为1.5-2倍网眼直径，差距控制在15%之内。

箱格填料时，内部连接加强钢丝应满足下列绑扎要求：1m高的格宾网箱单元，在1/3和2/3高处进行绑扎；水平方向根据单元格的需要增设两组加强钢丝；应确保其连接格室的外露面及其对面。

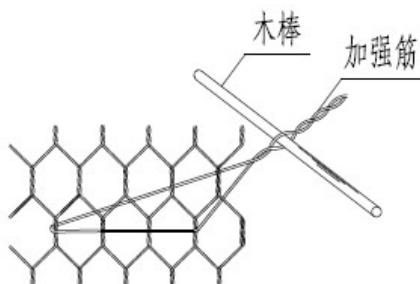


图6 加强丝施工示意图

格宾网箱封盖应保证顶部石料砌垒平整；要先将封盖夹把每端相邻结点固定，再进行绑扎；封盖与网箱边框相交线，应每相隔10-15cm绑扎一道；完成了一层的网箱施工之后，再将墙后填料及时填至与网箱相平，之后再向上砌下一层网箱。

(六) 墙后回填土施工

格宾石笼挡墙施工完成后，临时固定好土工布并进行了缝合，开始进行墙体后土料回填。墙后回填所需的土料粒径不大于15cm，均应按规定进行抽样试验、报验，合格后方可使用；靠近挡墙控制线1米范围内的回填土应当使用人工配合蛙式打夯机进行分层填筑，分层厚度≤20cm，压实度≥93%。回填应随每一层格宾石笼所有工序完成后进行，回填时土料运输、堆存和碾压作业离石笼挡墙至少1m，避免对挡土墙造成破坏。



图7 施工完成后效果

(七) 台阶植物栽植

格宾石笼挡墙施工完成后，在回填土表层种植观赏性较强的植物，以地被、灌木及小乔木为主，即增强景观效果又具有防止水土流失作用。不适宜种植大型乔木，以免植物根系对石笼挡墙土工布破坏。

五、质量保证措施

施工时现场需建立健全质量保证体系，明确各岗位职责。在施工前分级进行技术交底，在每道关键工序开始前进行专项技术交底，确保施工人员明确每道工序质量控制要点。

(一) 土方开挖质量控制要点

边坡分层开挖时，严格控制开挖边线，防止超挖，测量员跟班放样控制坡比。开挖至水泥土基础面后，应对基础面进行必要的碾压，压实度应达到95%。

(二) 水泥土质量控制要点

水泥、土料及施工用水应符合设计及相关规范要求。

水泥土压实度采用环刀法检测，每1000m²检测1点，挡墙底面水泥土压实度不小于93%。

(三) 土工布质量控制要点

土工材料之间搭接严密，相邻片(块)搭接宽度不小于300mm；在实地操作的时候，如果看到土布出现了小孔或者破掉了，要及时用相同材料修补；针对受到损坏的土工布，还要在其外面的破损处再铺设一层符合施工要求的土工布，看看能不能进行修复，或者直接换掉。

(四) 格宾网质量控制要点

格宾石笼网的规格重量作为检查的关键点；格宾石笼网的材料化学性能，力学指标符合设计要求；网孔孔径是否符合要求；外涂树脂薄膜质量符合要求。

检测所添加的石子的施工技术，步骤是不是合乎要求的。抽查格宾石笼网面平整度是否符合允许偏差≤5cm规定。

(五) 石料填充质量控制要点

块石粒径必须符合设计要求，外露面一层填石必须人工垒砌，要将石子铺平，外观美观。还要在水平位置放置固定用的丝，在每层网箱填石高度达到25cm铺平后设置，水平固定丝呈“八”字形。一定是按顺序、均匀、分层的向同层的各格箱内投料码放，绝对不能一次就将单格网箱装满，可使网箱分三层投料。每层网箱封盖完成后，观察一下其高度到底是不是按照既定的要求完成的，再进行顶部一层网箱施工。

六、结束语

采用台阶状削坡开挖高边坡杂填土，结合土层性质复，杂容易变形的特点，采用格宾石笼挡墙进行柔性支护的方式，有效解决杂填土高边坡的安全防护问题，并且兼顾了河道生态治理中对景观要求，改善了环境，具有较好的经济效应和社会效益。

参考文献

[1] 《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1-2008)
 [2] 《格网土石笼袋、护坡工程袋应用技术规程》(CECS-2016)
 [3] 马宁.《土力学与地基基础》科学出版社图书, 2008-1