



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116516898 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 01

(21) 申请号 202310789985.X

E02D 19/10 (2006.01)

(22) 申请日 2023.06.30

(71) 申请人 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

地址 210000 江苏省南京市广州路223号

(72) 发明人 胡江 蒋晗 马福恒 李星 任杰 叶伟 成荣亮 苏荟 俞扬峰 沈心哲 周海啸

(74) 专利代理机构 苏州德坤知识产权代理事务所(普通合伙) 32523

专利代理师 查杰

(51) Int. Cl.

E02B 3/12 (2006.01)

E02D 3/10 (2006.01)

E02D 19/06 (2006.01)

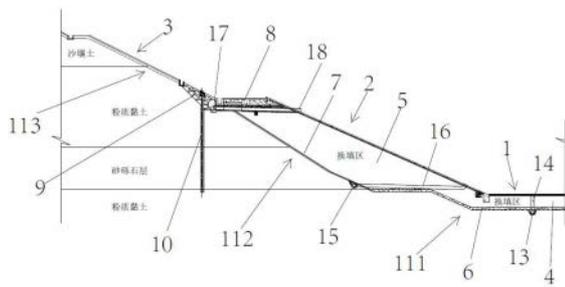
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种高地下水挖方渠道边坡排水体系及施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高地下水挖方渠道边坡排水体系及施工方法,包括从下至上依次设置的渠底、一级边坡和二级边坡,渠底和一级边坡配合形成过水断面,渠底底部以及一级边坡后部设置有联通的底部换填区和斜坡换填区,渠底下方设置有第一排水管路子系统,第一排水管路子系统用于将底部换填区以下的地下水排出至渠道内;一级边坡后部设置有第二排水管路子系统,第二排水管路子系统用于将斜坡换填区以下的地下水排出至渠道内;排水暗沟内设置有第三排水管路子系统和竖向集水井,第三排水管路子系统将斜坡换填区以上的地下水排出至渠道内,竖向集水井用于地下水位测压和排水。本发明具有明确合理的排水分布,地下水排出顺畅,渠道运行安全可靠。



1. 一种高地下水挖方渠道边坡排水体系,其特征在于,包括从下至上依次设置的渠底、一级边坡和二级边坡,所述渠底和一级边坡配合形成过水断面,所述渠底底部以及一级边坡后部设置有联通的底部换填区和斜坡换填区,所述斜坡换填区底部与底部换填区底部设置有联通的横向集水联通砂带,所述斜坡换填区后部还设置有采用土工布包裹的三维复合排水网垫,所述斜坡换填区顶部且位于一级边坡和二级边坡之间设置有马道,所述二级边坡与马道相邻的下部设置有排水暗沟;

所述渠底下方设置有第一排水管路子系统,所述第一排水管路子系统用于将底部换填区以下的地下水排出至渠道内;

所述一级边坡后部设置有第二排水管路子系统,所述第二排水管路子系统用于将斜坡换填区以下的地下水排出至渠道内;

所述排水暗沟内设置有第三排水管路子系统和竖向集水井并填埋有砂砾石反滤料,所述第三排水管路子系统将斜坡换填区以上的地下水排出至渠道内,所述竖向集水井伸入并穿过排水暗沟下方的透水层并用于地下水位测压和排水,所述马道下部设置有与排水暗沟相邻的黏土截渗齿槽。

2. 如权利要求1所述的高地下水挖方渠道边坡排水体系,其特征在于,所述第一排水管路子系统包括设置在横向集水联通砂带联通下方的第一纵向集水管、与第一纵向集水管联通的第一竖向排水管,所述第一竖向排水管穿过横向集水联通砂带、底部换填区和渠底至渠道内,所述第一竖向排水管的排水端上设置有逆止阀。

3. 如权利要求1所述的高地下水挖方渠道边坡排水体系,其特征在于,所述第二排水管路子系统包括设置在三维复合排水网垫下方的第二纵向集水管、与第二纵向集水管联通的第二横向排水管,所述第二横向排水管穿过三维复合排水网垫、斜坡换填区和一级边坡至渠道内,所述第二横向排水管的排水端上设置有逆止阀。

4. 如权利要求1所述的高地下水挖方渠道边坡排水体系,其特征在于,所述第三排水管路子系统包括设置在排水暗沟底部的第三纵向集水管、与第三纵向集水管联通的第三横向排水管,所述第三横向排水管穿过马道下方、一级边坡至渠道内,所述第三横向排水管的排水端上设置有逆止阀,所述第三横向排水管表面设置有混凝土截渗环。

5. 如权利要求1所述的高地下水挖方渠道边坡排水体系,其特征在于,所述排水暗沟位于马道和二级边坡的两侧均设置排水沟,所述排水暗沟表面设置有混凝土压重块,所述竖向集水井采用桥式滤水钢管装配而成,所述竖向集水井顶部设置有预制混凝土井盖。

6. 如权利要求1所述的高地下水挖方渠道边坡排水体系,其特征在于,所述渠底与一级边坡之间还设置有坡脚齿墙,所述渠底和一级边坡均通过从内之外依次布置的中粗砂集水排水垫层、土工膜和衬砌面板组成,所述斜坡换填区靠近坡脚齿墙一侧还设置有粗砂回填盲井,所述粗砂回填盲井内设置有逆止式排水器,所述逆止式排水器用于收集斜坡换填区表面的水并排出至渠道内。

7. 如权利要求1所述的高地下水挖方渠道边坡排水体系,其特征在于,先计算确定渠道的横断面内的地下水的集水流量,根据集水流量计算确定第一纵向集水管、第二纵向集水管和第三纵向集水管的直径。

8. 一种高地下水挖方渠道边坡排水体系的施工方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1、在对地面进行开挖并开挖至要求设计断面,形成渠底开挖断面、一级渠坡开挖

断面以及二级渠坡开挖断面,在渠底开挖断面和一级渠坡开挖断面底部采用中粗砂逐层填筑形成横向集水联通砂带,并采用进退错距法、平板振动夯垂直于水流方向碾压,碾压完成后采用灌砂法检测相对密度;

步骤2、在一级渠坡开挖断面的渠坡上,采用中粗砂并通过人工逐层填筑,在中粗砂上安装固定包裹土工布的三维复合排水网垫;

步骤3、在三维复合排水网垫下部且下方安装第二纵向集水管,周围回填砂砾石,并每间隔一定距离设一道第二横向排水管,第二横向排水管的排水端位于渠道内并安装逆止阀;在渠底的横向集水联通砂带下方安装第一纵向集水管,每间隔一定距离设一道第一竖向排水管,竖向排水管的排水端位于渠道内并安装逆止阀;

步骤4、按设计要求完成渠底开挖断面、一级渠坡开挖断面上的土方填筑,得到底部换填区和斜坡换填区,在底部换填区和斜坡换填区的坡脚处开挖并浇筑坡脚齿墙;

步骤5、在底部换填区和斜坡换填区表面采用中粗砂逐层填筑,然后在表面安装复合土工膜并铺设衬砌面板,形成过水断面;

步骤6、在二级渠坡开挖断面下部开挖有排水暗沟;

步骤7、采用反循环回转钻机在排水暗沟内造孔,并布设竖向集水井;在排水暗沟底部位置布设第三纵向集水管,并每间隔一定距离设一道第三横向排水管,第二横向排水管穿过斜坡换填区顶部至渠道内并安装逆止阀;

步骤8、采用砂砾石填充排水暗沟,并在顶部设置预制混凝土块压重,在第三横向排水管四周用混凝土回填并制备为马道;

步骤9、在排水暗沟上部的二级边坡开挖端面上采用中粗砂逐层填筑、安装复合土工膜并铺设衬砌面板,形成二级边坡,在二级边皮上采用机械式螺旋钻孔得到横向排水孔,完成施工。

9. 如权利要求8所述的高地下水挖方渠道边坡排水体系的施工方法,其特征在于,在斜坡换填区下部靠近坡脚齿墙的位置处开挖设置粗砂回填盲井,在粗砂回填盲井内安装逆止式排水器。

10. 如权利要求8所述的高地下水挖方渠道边坡排水体系的施工方法,其特征在于,将竖向集水井与第三纵向集水管联通。

## 一种高地下水挖方渠道边坡排水体系及施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及渠道边坡工程技术领域,具体涉及一种高地下水挖方渠道边坡排水体系及施工方法。

### 背景技术

[0002] 为进一步优化配置水资源,需要大力推进水网建设。作为水网的主骨架和大动脉,根据线路需要,重大调水工程均大范围地采用开挖渠(河)道,这些开挖渠道穿越大量的高地下水地区,尽管开挖后全断面换填黏土保护渠道,避免衬砌面板受扬压力破坏,并采取了衬砌面板下的排水措施,运行期仍面临高地下水挖方渠道边坡及过水断面衬砌面板的长期稳定问题。

[0003] 加之近年来全球气候变化,极端天气事件呈现趋多趋频趋强趋广态势,暴雨洪涝灾害的突发性、极端性、反常性越来越明显,进一步威胁了高地下水挖方渠道边坡的长期稳定。一些工程近年来先后遭遇了多次暴雨灾害,水毁严重。在特大暴雨期间,多处高地下水挖方渠道地下水水位抬升明显,导致过水断面换填区坍塌,以及衬砌面板隆起、错抬甚至漂浮等,是当前工程运行的重大隐患。此外,这些工程是多个重要城市的主力水源,常年运行、停水检修机会少,施工设计阶段采用可靠、有效的排水系统,是保障高地下水挖方渠道安全运行的关键技术问题。然而,对于高地下水渠道已有排水系统在实际使用中,还存在以下不足之处:

(1) 未考虑或未充分考虑过水断面以上的高地下水排泄,当遭遇特大暴雨时,侧向补给引起地下水的迅速抬升,导致地下水水位高于过水断面,并通过马道与换填区之间的空隙进入衬砌面板下方,导致衬砌面板隆起、错抬甚至漂浮,威胁供水安全。

[0004] (2) 未考虑或未充分考虑换填区后的高地下水,尤其是当换填区内黏土填筑质量不佳,存在施工质量缺陷或运行后产生不均匀沉降时,高地下水渗入换填区,导致换填区出现整体或局部坍塌,威胁工程安全。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种高地下水挖方渠道边坡排水体系及施工方法,具有明确合理的排水分布,地下水排出顺畅,渠道运行安全可靠。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种高地下水挖方渠道边坡排水体系,包括从下至上依次设置的渠底、一级边坡和二级边坡,所述渠底和一级边坡配合形成过水断面,所述渠底底部以及一级边坡后部设置有联通的底部换填区和斜坡换填区,所述斜坡换填区底部与底部换填区底部设置有联通的横向集水联通砂带,所述斜坡换填区后部还设置有采用土工布包裹的三维复合排水网垫,所述斜坡换填区顶部且位于一级边坡和二级边坡之间设置有马道,所述二级边坡与马道相邻的下部设置有排水暗沟;

所述渠底下方设置有第一排水管路子系统,所述第一排水管路子系统用于将底部换填区以下的地下水排出至渠道内;

所述一级边坡后部设置有第二排水管路子系统,所述第二排水管路子系统用于将斜坡换填区以下的地下水排出至渠道内;

所述排水暗沟内设置有第三排水管路子系统和竖向集水井并填埋有砂砾石反滤料,所述第三排水管路子系统将斜坡换填区以上的地下水排出至渠道内,所述竖向集水井伸入并穿过排水暗沟下方的透水层并用于地下水位测压和排水,所述马道下部设置有与排水暗沟相邻的黏土截渗齿槽。

[0007] 进一步的,所述第一排水管路子系统包括设置在横向集水联通砂带联通下方的第一纵向集水管、与第一纵向集水管联通的第一竖向排水管,所述第一竖向排水管穿过横向集水联通砂带、底部换填区和渠底至渠道内,所述第一竖向排水管的排水端上设置有逆止阀。

[0008] 进一步的,所述第二排水管路子系统包括设置在三维复合排水网垫下方的第二纵向集水管、与第二纵向集水管联通的第二横向排水管,所述第二横向排水管穿过三维复合排水网垫、斜坡换填区和一级边坡至渠道内,所述第二横向排水管的排水端上设置有逆止阀。

[0009] 进一步的,所述第三排水管路子系统包括设置在排水暗沟底部的第三纵向集水管、与第三纵向集水管联通的第三横向排水管,所述第三横向排水管穿过马道下方、一级边坡至渠道内,所述第三横向排水管的排水端上设置有逆止阀,所述第三横向排水管表面设置有混凝土截渗环。

[0010] 进一步的,所述排水暗沟位于马道和二级边坡的两侧均设置排水沟,所述排水暗沟表面设置有混凝土压重块,所述竖向集水井采用桥式滤水钢管装配而成,所述竖向集水井顶部设置有预制混凝土井盖。

[0011] 进一步的,所述渠底与一级边坡之间还设置有坡脚齿墙,所述渠底和一级边坡均通过从内之外依次布置的中粗砂集水排水垫层、土工膜和衬砌面板组成,所述斜坡换填区靠近坡脚齿墙一侧还设置有粗砂回填盲井,所述粗砂回填盲井内设置有逆止式排水器,所述逆止式排水器用于收集斜坡换填区表面的水并排出至渠道内。

[0012] 进一步的,先计算确定渠道的横断面内的地下水的集水流量,根据集水流量计算确定第一纵向集水管、第二纵向集水管和第三纵向集水管的直径。

[0013] 一种高地下水挖方渠道边坡排水体系的施工方法,包括如下步骤:

步骤1、在对地面进行开挖并开挖至要求设计断面,形成渠底开挖断面、一级渠坡开挖断面以及二级渠坡开挖断面,在渠底开挖断面和一级渠坡开挖断面底部采用中粗砂逐层填筑形成横向集水联通砂带,并采用进退错距法、平板振动夯垂直于水流方向碾压,碾压完成后采用灌砂法检测相对密度;

步骤2、在一级渠坡开挖断面的渠坡上,采用中粗砂并通过人工逐层填筑,在中粗砂上安装固定包裹土工布的三维复合排水网垫;

步骤3、在三维复合排水网垫下部且下方安装第二纵向集水管,周围回填砂砾石,并每间隔一定距离设一道第二横向排水管,第二横向排水管的排水端位于渠道内并安装逆止阀;在渠底的横向集水联通砂带下方安装第一纵向集水管,每间隔一定距离设一道第一竖向排水管,竖向排水管的排水端位于渠道内并安装逆止阀;

步骤4、按设计要求完成渠底开挖断面、一级渠坡开挖断面上的土方填筑,得到底

部换填区和斜坡换填区,在底部换填区和斜坡换填区的坡脚处开挖并浇筑坡脚齿墙;

步骤5、在底部换填区和斜坡换填区表面采用中粗砂逐层填筑,然后在表面安装复合土工膜并铺设衬砌面板,形成过水断面;

步骤6、在二级渠坡开挖断面下部开挖有排水暗沟;

步骤7、采用反循环回转钻机在排水暗沟内造孔,并布设竖向集水井;在排水暗沟底部位置布设第三纵向集水管,并每间隔一定距离设一道第三横向排水管,第二横向排水管穿过斜坡换填区顶部至渠道内并安装逆止阀;

步骤8、采用砂砾石填充排水暗沟,并在顶部设置预制混凝土块压重,在第三横向排水管四周用混凝土回填并制备为马道;

步骤9、在排水暗沟上部的二级边坡开挖端面上采用中粗砂逐层填筑、安装复合土工膜并铺设衬砌面板,形成二级边坡,在二级边坡上采用机械式螺旋钻孔得到横向排水孔,完成施工。

[0014] 进一步的,在斜坡换填区下部靠近坡脚齿墙的位置处开挖设置粗砂回填盲井,在粗砂回填盲井内安装逆止式排水器。

[0015] 进一步的,将竖向集水井与第三纵向集水管联通。

[0016] 本发明的有益效果:

1、本发明针对当前普遍采用的换填区防渗、降低衬砌面板扬压力的防渗措施,以及衬砌面板下排水措施等挖方渠道渗控措施的实际和不足,联合渠底下方的第一排水管路子系统、一级边坡后部的第二排水管路子系统以及排水暗沟内的第三排水管路子系统,可有效提高挖方渠道边坡地下水的排出效率,且不影响施工,特别适用于含强透水或者高地下水位的挖方渠道边坡。

[0017] 2、当地下水位高于渠道水位时,地下水可以通过第一排水管路子系统、第二排水管路子系统和第三排水管路子系统的配合,降低地下水位,减少衬砌面板扬压力;本发明设计的渠道边坡排水系统,所设的排水量能满足特大暴雨洪水时的高地下水位排水需求,确保过水断面以上、过水断面后部和底部的各个区域地下水的及时排水,保证了底部换填区和斜坡换填区的抗滑稳定性和过水断面处衬砌面板的抗浮稳定性。

[0018] 3、第一排水管路子系统、第二排水管路子系统和第三排水管路子系统结构新颖,各排水管路子系统功能明确,分别承担过水断面以上、斜坡换填区后和底部换填区下的排水功能,使黏土换填降低衬砌面板下扬压力的方法普遍适用于高地下水位、强透水渠坡场景中。

[0019] 4、第三排水管路子系统与竖向集水井配合排水暗沟排出过水断面以上的高地下水,同时设计了排水暗沟内的反滤层、排水垫层,充分发挥了集水、排水、反滤、防护等功能,具有可靠性、有效性强等优点,竖向集水井伸入并穿过下方的透水层,竖向集水井可兼做地下水位测压管,以及可兼做应急降水抽排井使用。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明高地下水挖方渠道边坡排水体系的整体结构示意图。

[0021] 图2为第一排水管路子系统结构示意图;

图3为第二排水管路子系统结构示意图;

图4为第三排水管路子系统与竖向集水井部分结构示意图；  
图5为中粗砂回填盲井处结构示意图。

### 实施方式

[0022] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,以使本领域的技术人员可以更好地理解本发明并能予以实施,但所举实施例不作为对本发明的限定。

[0023] 参照图1至图5所示,本发明的高地下水挖方渠道边坡排水体系的一实施例,包括从下至上依次设置的渠底1、一级边坡2和二级边坡3,渠底和一级边坡配合形成过水断面,渠道内的水流从过水断面流过,二级边坡位于过水断面以上位置,渠底底部以及一级边坡后部设置有联通的底部换填区4和斜坡换填区5,斜坡换填区底部与底部换填区底部设置有联通的横向集水联通砂带6,主要为集水目的,斜坡换填区后部还设置有采用土工布包裹的三维复合排水网垫7,三维复合排水网垫用于集中引导并排出斜坡换填区后部的地下水,用以减小地下水压力,排出多余水分,具有快速引流作用,斜坡换填区顶部且位于一级边坡和二级边坡之间设置有马道8,二级边坡与马道相邻的下部设置有排水暗沟9,用于排出过水断面以上的地下水,减缓或者杜绝过水断面以上地下水对过水断面位置处的结构影响。

[0024] 具体的,采用渠底下方设置第一排水管路子系统,第一排水管路子系统用于将底部换填区以下的地下水排出至渠道内;具体的,第一排水管路子系统包括设置在横向集水联通砂带联通下方的第一纵向集水管13、与第一纵向集水管联通的第一竖向排水管14,第一纵向集水管和第一竖向排水管之间可以通过三通固定,第一竖向排水管穿过横向集水联通砂带、底部换填区和渠底至渠道内,第一竖向排水管的排水端上设置有逆止阀,当然,此处的逆止阀可以与渠底表面齐平。

[0025] 采用一级边坡后部设置的第二排水管路子系统,第二排水管路子系统用于将斜坡换填区以下的地下水排出至渠道内;具体的,第二排水管路子系统包括设置在三维复合排水网垫下方的第二纵向集水管15、与第二纵向集水管联通的第二横向排水管16,第二横向排水管穿过三维复合排水网垫、斜坡换填区和一级边坡至渠道内,第二横向排水管的排水端上设置有逆止阀,当然,此处的逆止阀可以与一级边坡表面齐平。

[0026] 采用在排水暗沟内设置的第三排水管路子系统,第三排水管路子系统将斜坡换填区以上的地下水排出至渠道内;具体的,第三排水管路子系统包括设置在排水暗沟底部的第三纵向集水管17、与第三纵向集水管联通的第三横向排水管18,第三横向排水管穿过马道下方、一级边坡至渠道内,第三横向排水管的排水端上设置有逆止阀,当然,此处的逆止阀可以与一级边坡表面齐平或者伸出部分,并且第三横向排水管的排水端管口高程与渠道设计水位持平;第三横向排水管表面设置有混凝土截渗环19,放置第三横向排水管的外壁与周边填土的结合面产生集中渗流,避免填土产生渗透变形。

[0027] 还在排水暗沟内还设置有竖向集水井10并填埋有砂砾石反滤料11,在排水暗沟表面设置有混凝土压重块21,对砂砾石反滤料进行盖压,竖向集水井采用桥式滤水钢管装配而成,竖向集水井顶部设置有预制混凝土井盖22,竖向集水井伸入并穿过排水暗沟下方的透水层,即整个透水层的地下水均能够进入竖向集水井内,从而竖向集水井能够用于地下水位测压,并且当水位高时可以快速的进行人工介入排水,降低地下水水位,从而缓解压力;在马道下部设置有与排水暗沟相邻的黏土截渗齿槽12,避免排水暗沟内的地下水渗透

至马道的混凝土内,保证马道质量。排水暗沟位于马道和二级边坡的两侧均设置排水沟20,由于排水暗沟位于二级边坡上,因此其中一个排水沟位于上部,另一个排水沟位于下部,位于上部的排水沟用于将二级边坡坡表水集中排除,避免坡表水进入排水暗沟,位于下部的排水沟用于拦截马道表面的水。两个排水沟还可以通过横向排水沟联通在一起。

[0028] 通过上述结构设计,第一排水管路子系统提供渠底排水功能,第二排水管路子系统提供一级边坡后部的排水功能,第三排水管路子系统提供过水断面以上的排水功能,以及采用竖向集水井的布置,不但可以观测到地下水位,还能够在水位上涨后及时的将地下水从竖向集水井井口外排至渠道内;各个排水管路子系统均各自起到对应的排水需要,分工明确,从而形成一套逐级排放地下水的体系,使黏土换填降低衬砌面板下扬压力的方法可以适用于高地下水位、强透水渠坡场景中,确保过水断面以上、过水断面后部、过水断面下部各个区域地下水的及时排水,保证了底部换填区和斜坡换填区的抗滑稳定性和过水断面处衬砌面板的抗浮稳定性。

[0029] 还在渠底与一级边坡之间设置有坡脚齿墙23,渠底和一级边坡均通过从内之外依次布置的中粗砂集水排水垫层24、土工膜25和衬砌面板26组成,斜坡换填区靠近坡脚齿墙一侧还设置有粗砂回填盲井27,粗砂回填盲井内设置有逆止式排水器28,逆止式排水器用于收集斜坡换填区表面的水并排出至渠道内当一级边边坡背面有渗水时,通过中粗砂集水排水垫层可以引流至粗砂回填盲井内,再由逆止式排水器将水排出,对一级边皮表面的衬砌面板起到保护作用。

[0030] 在上述第一排水管路子系统、第二排水管路子系统和第三排水管路子系统的管路选择中,可以先通过计算确定渠道横断面上的地下水流量,集水流量按完整式水平截潜流工程计算:

$$Q = L \times K \frac{H^2 - h_0^2}{2R} = L \times K \frac{H + h_0}{2} \frac{H - h_0}{R} = L \times K \frac{H + h_0}{2} I$$

式中:  $Q$  为集水流量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ );  $R$  为地下水影响半径 ( $\text{m}$ );  $I$  为潜水降落曲线的平均水力坡降;  $K$  为含水层渗透系数 ( $\text{m}/\text{d}$ );  $L$  为集水段长度 ( $\text{m}$ );  $H$  为含水层厚度 ( $\text{m}$ );  $h_0$  为集水井外侧水层厚度 ( $\text{m}$ );  $h_0 = (0.15 \sim 0.3) H$ 。

[0031] 根据集水流量计算确定第一纵向集水管,第二纵向集水管,第三纵向集水管的直径,排水管过流能力按有压管道恒定流公式计算:

$$Q = \mu_c \omega \sqrt{2gH_0}$$

式中:  $Q$  为集水流量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ );  $\mu_c$  为管道流量系数,  $\mu_c = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}}$ ;  $\alpha$  为动能改正系数;  $\lambda$  为沿程阻力系数;  $\omega$  为管道断面面积 ( $\text{m}^2$ );  $d$  为管道直径 ( $\text{m}$ );  $l$  为管道计算段长度 ( $\text{m}$ );  $\sum \zeta$  为管道计算段中各局部损失系数之和;  $g$  是重力加速度;  $H_0$  为水头差;

根据计算得到第一纵向集水管,第二纵向集水管,第三纵向集水管的直径后、对对应的第一竖向排水管、第二横向排水管和第三横向排水管的间距进行计算选择即可。

[0032] 基于上述的体系,本申请还提供一种高地下水挖方渠道边坡排水体系的施工方法,包括如下步骤:

先用大型施工器械开挖,然后采用小型挖掘机开挖至设计开挖断面,并预留20cm保护层由人工开挖至要求设计断面,形成渠底开挖断面111、一级渠坡开挖断面112以及二级渠坡开挖断面113。在渠底开挖断面和一级渠坡开挖断面底部采用中粗砂逐层填筑形成横向集水联通砂带,并采用进退错距法、平板振动夯垂直于水流方向碾压,相邻作业面平板振动夯碾压重叠宽度为振动平板夯长度的1/3,碾压完成后采用灌砂法检测相对密度,相对密实度不小于0.7。其中,横向集水联通砂带的集水、排水层最大粒径不超过20mm,采用连续级配,要求不均匀系数 $C_u > 5$ ,曲率系数 $C_c = 1 - 3$ ,相对密实度不小于0.7,满足滤土、排水要求。

[0033] 在一级渠坡开挖断面的渠坡上以及二级渠坡开挖断面的渠坡上,采用中粗砂并通过人工逐层填筑,在中粗砂上安装固定包裹土工布的三维复合排水网垫;三维复合排水网垫宽度100cm,其上包裹的土工布与下部的横向集水联通砂带联通。

[0034] 在三维复合排水网垫下部且下方相邻底部的位置上开挖并安装第二纵向集水管,第二纵向集水管周围回填砂砾石,并每间隔一定距离设一道第二横向排水管,第二横向排水管的排水端位于渠道内并安装逆止阀;

同时还在渠底的横向集水联通砂带下方安装第一纵向集水管,每间隔一定距离设一道第一竖向排水管,竖向排水管的排水端位于渠道内并安装逆止阀;满足过水断面后部和底部的排水需要。

[0035] 在第一纵向集水管和第二纵向集水管的安装中,首先测量放样,严格控制安装高程,轴线与渠道轴线平行,底部铺设均匀平实的砂砾石,人工铺放平整顺直无皱土工织物,相邻第一纵向集水管以及相邻第二纵向集水管之间的接头紧凑、顺直,接缝不大于1cm,包裹土工织物,搭接长度不小于15cm。土工织物包好后,在两侧及顶部填砂砾料夯实至开挖设计断面。

[0036] 按设计要求完成渠底开挖断面、一级渠坡开挖断面上的土方填筑,得到底部换填区和斜坡换填区,在底部换填区和斜坡换填区的坡脚处开挖并浇筑坡脚齿墙;并在斜坡换填区下部靠近坡脚齿墙的位置处开挖设置粗砂回填盲井,在粗砂回填盲井内安装逆止式排水器。

[0037] 在底部换填区和斜坡换填区表面采用中粗砂逐层填筑,逐层回填,排水层采用连续级配,满足滤土、排水要求,然后在表面安装复合土工膜并铺设衬砌面板,形成过水断面;其中,安装复合土工膜包括铺设、缝合、焊接、焊缝检测。复合土工膜在渠底位置处压在坡脚齿墙下,复合土工膜的顶部高程与衬砌面板的顶部高程相同,并压在顶部的衬砌免板及路缘石下。采用热熔焊接方式进行材料拼接,采用双缝焊焊接,焊接、冷却完成后,检查焊缝质量,目测法检查、充气法检测。

[0038] 优化计算确定过水断面以上的排水暗沟的尺寸,采用小型挖掘机配合人工开挖排水暗沟,测量复核排水暗沟高程和尺寸;

采用反循环回转钻机在排水暗沟内造孔,并布设竖向集水井,严格控制基底高程,钻进至设计深度后,下管、冲孔、填砾、围填、洗井。安装桥式集水钢管,在其周围回填砂砾料反滤料,在桥式集水钢管顶部安装预制混凝土井盖,预制混凝土井盖高程与二级边坡对应

位置高程一致;在排水暗沟底部位置布设第三纵向集水管,并每间隔一定距离设一道第三横向排水管,第二横向排水管穿过斜坡换填区顶部至渠道内并安装逆止阀;采用砂砾石填充排水暗沟,并在顶部设置预制混凝土块压重,在第三横向排水管四周用混凝土回填并制备为马道,砂砾石采用连续级配,粒径小于0.075mm颗粒含量不应超过5%,最大粒径小于2cm,不均匀系数 $C_u > 5$ ,曲率系数 $C_c$ 介于1与3之间,同时, $D_{15} \leq 0.7, D_{15} \geq 4d_{15}$ ,且 $D_{15} \geq 0.1\text{mm}$ 。排水暗沟内砂砾石的渗透系数应大于换填区渗透系数的100倍。

[0039] 上述竖向集水井在钻孔时钻进至透水层1m以下,钻孔位置靠近马道一侧,并避开已安装好的第三竖向排水管,间距10m、孔径22cm。采用反循环回转钻机造孔,清水回转钻探。钻孔至设计深度后(一般应大于设计深度的0.5~1.0m),反循环钻进应将钻头提高0.5m左右,然后注入清水继续启动反循环砂石泵替换泥浆,冲击钻则用抽筒将孔底稠泥掏出,并加清水稀释,直到泥浆密度接近 $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ ,粘度为18~20s。钻进至设计深度后,下管、冲孔、填砾、围填、洗井。钻孔前,调整钻机站位,调整钻机安装平整度;钻孔后,测量复核竖向排水孔的钻孔深度、垂直度。

[0040] 钻孔后形成竖向排水孔,并在内竖向排水孔内安装 $\phi 150\text{mm}$ 桥式集水钢管,在其周围回填砂砾料反滤料。桥式集水钢管顶部安装厚100mm的C20预制混凝土井盖,高程与二级边坡对应位置高程保持一致。还将竖向集水井与第三纵向集水管联通,对于地下水位高于渠道设计水位的渠段,具有自排措施,同时还可以在竖向集水井内设置水泵,起到抽排措施效果。

[0041] 在排水暗沟上部的二级边坡开挖端面上采用中粗砂逐层填筑、安装复合土工膜并铺设衬砌面板,形成二级边坡,在二级边坡上采用机械式螺旋钻孔得到横向排水孔,在二级边坡以上还可以设置卵石、砂岩、砂砾岩、砂岩、砂砾岩等,完成施工。

[0042] 本发明以纵向、横向、竖向的管道以及竖向集水井作为排水系统的主要组成,采用排水暗沟排出过水断面以上的高地下水位,同时设计了反滤层、排水垫层,充分发挥了反滤、排水、防护等功能,各排水子系统功能明确,分别承担过水断面以上、过水断面后部和底部的排水功能,具有可靠性、有效性强等优点。

[0043] 以上实施例仅是为充分说明本发明而所举的较佳的实施例,本发明的保护范围不限于此。本技术领域的技术人员在本发明基础上所作的等同替代或变换,均在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围以权利要求书为准。

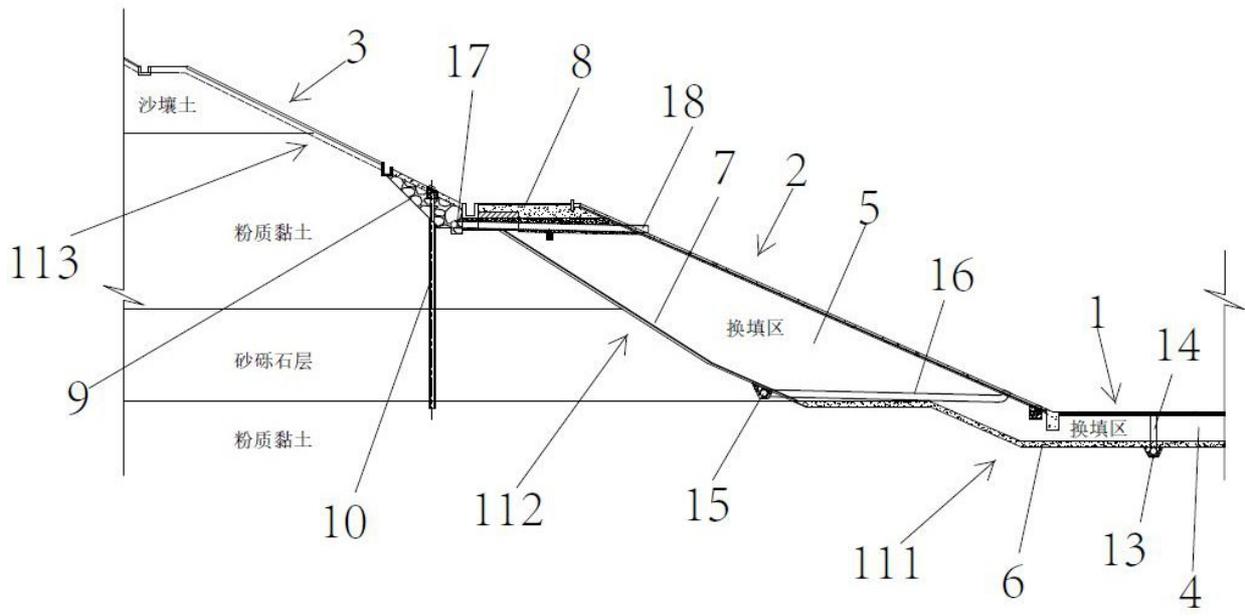


图 1

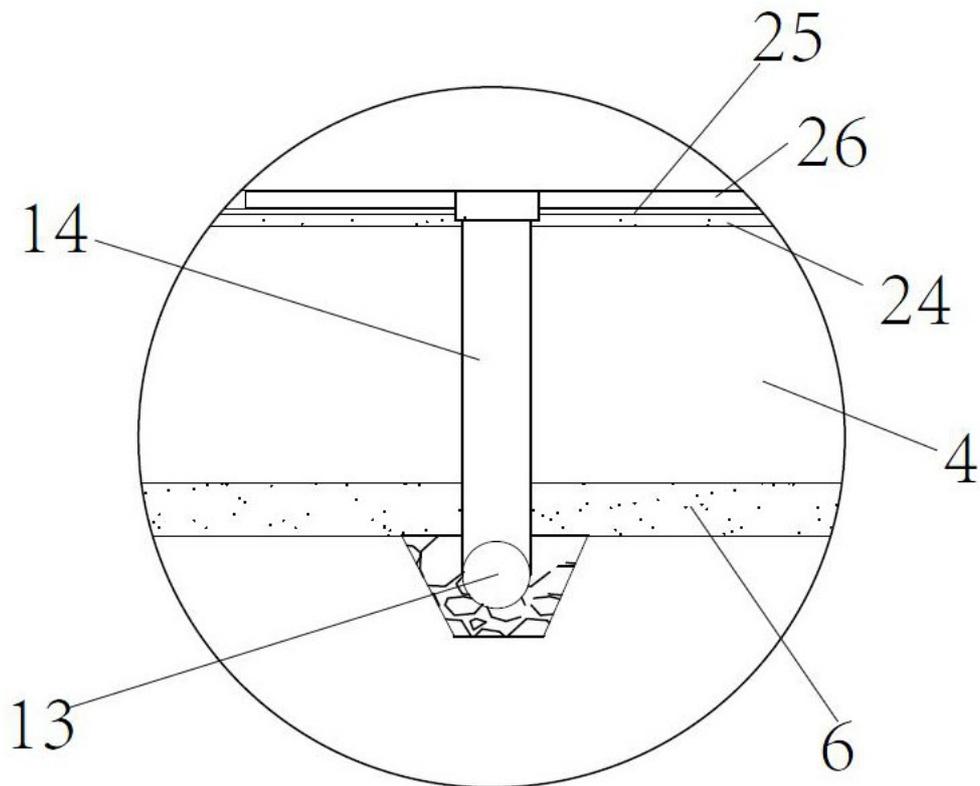


图 2

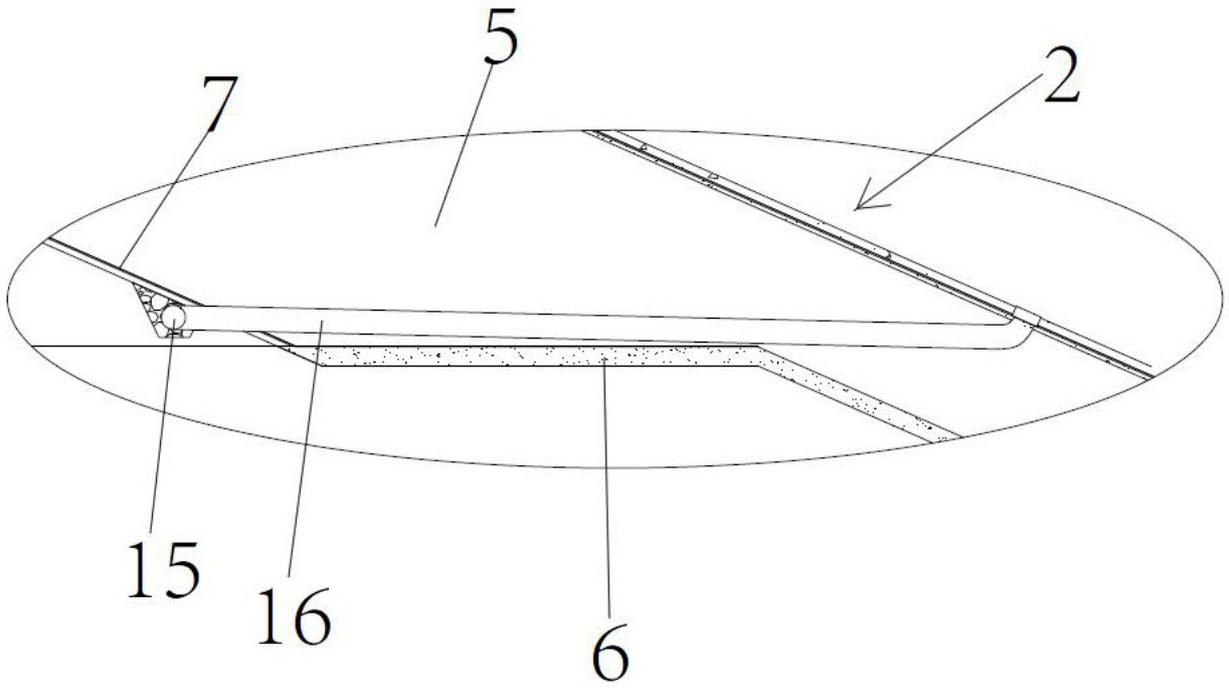


图 3

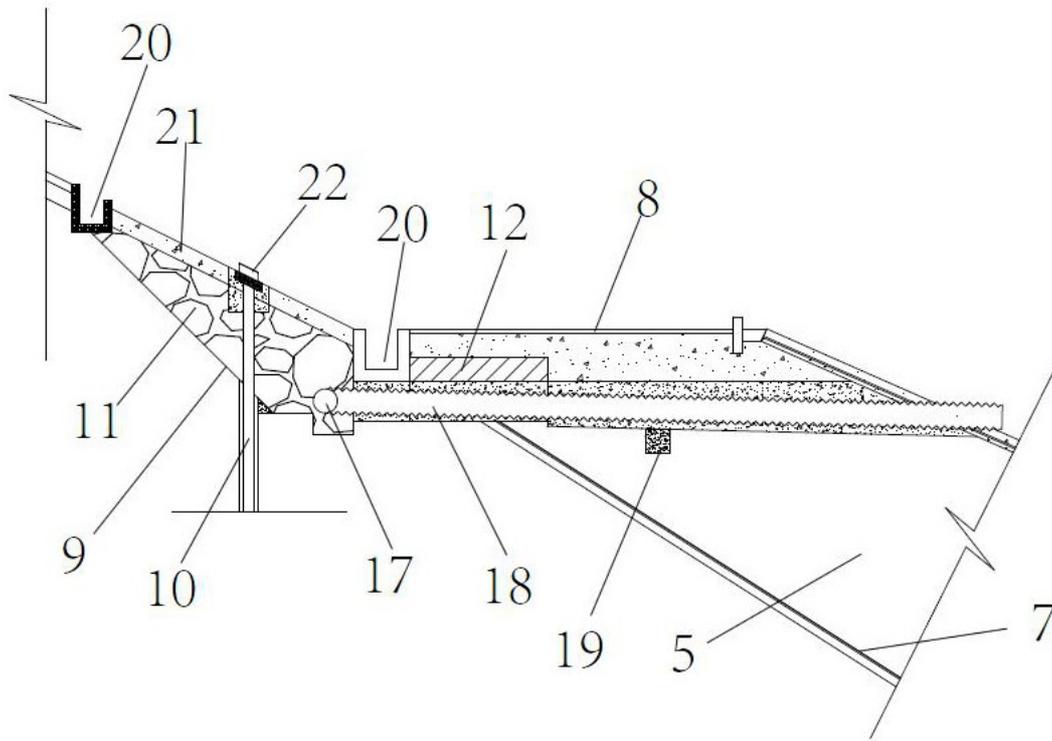


图 4

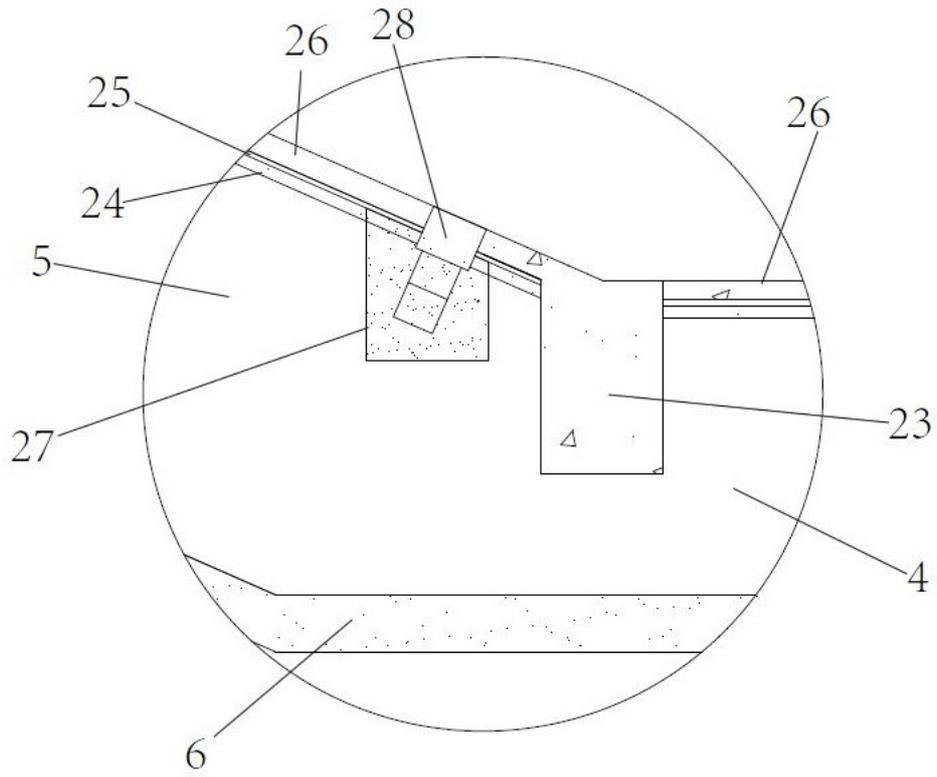


图 5