



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 205062827 U

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201520779752. 2

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2015. 10. 10

(73) 专利权人 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区兴黔路16号

(72) 发明人 屈昌华

(74) 专利代理机构 贵阳派腾阳光知识产权代理事务所(普通合伙) 52110

代理人 管宝伟

(51) Int. Cl.

E02D 19/12(2006. 01)

E02D 19/18(2006. 01)

E02D 5/18(2006. 01)

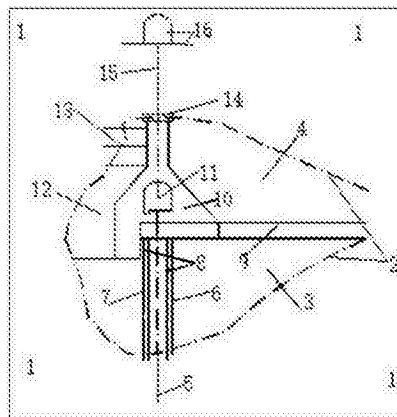
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构

(57) 摘要

本实用新型公开了一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,属于水利水电工程技术领域,包括基岩和溶洞,所述溶洞位于基岩内,溶洞下段填充形成溶洞充填区,溶洞充填区内竖向布设若干充填物旋喷孔或钢管桩,充填物旋喷孔或钢管桩沿防渗轴线成排间隔布置;溶洞充填区上表面设有过渡垫层,钢管桩上方设置混凝土防渗墙,混凝土防渗墙上游侧的空腔回填形成回填区。本技术方案通过采取合理的结构布置,在溶洞中建混凝土防渗墙,并通过顶部的溶洞顶板衔接槽结构及通过灌浆平洞灌浆,达到了很好的隔断和封闭效果;其结构简单、投入材料少、施工强度小,大幅度提高了施工效率,解决了岩溶地区大型溶洞的防渗问题。



1. 一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,包括基岩(1)和溶洞(2),所述溶洞(2)位于基岩内,其特征在于:所述溶洞(2)下段填充形成溶洞充填区(3),所述溶洞充填区(3)内竖向布设若干充填物旋喷孔(7)或钢管桩(6),所述充填物旋喷孔(7)或钢管桩(6)沿防渗轴线成排间隔布置;溶洞充填区(3)上表面设有过渡垫层(9),所述钢管桩(6)上方设置混凝土防渗墙(10),所述混凝土防渗墙(10)上游侧的空腔回填形成回填区(12)。

2. 根据权利要求1所述的一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,其特征在于:所述混凝土防渗墙(10)内设有灌浆廊道(11)。

3. 根据权利要求1所述的一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,其特征在于:所述钢管桩(6)中设有至少两排长孔口管(8),长孔口管(8)下端或钢管桩(6)及长孔口管(8)下端均深入基岩3~5m,钢管桩(6)及长孔口管(8)中均灌注有混凝土。

4. 根据权利要求1所述的一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,其特征在于:所述溶洞(2)顶壁上设有锚杆区(13),锚杆区(13)位于混凝土防渗墙(10)上游侧,包括若干水平插入溶洞(2)顶壁一侧的锚杆。

5. 根据权利要求1所述的一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,其特征在于:所述溶洞(2)上方的基岩(1)中预留灌浆平洞(16),灌浆平洞(16)与混凝土防渗墙(10)的延伸方向平行。

6. 根据权利要求1所述的一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,其特征在于:所述混凝土防渗墙(10)正上方的溶洞(2)顶上设有溶洞顶板衔接槽(14),混凝土防渗墙(10)与溶洞顶板衔接槽(14)连接,溶洞顶板衔接槽(14)通过基岩帷幕灌浆孔(15)与灌浆平洞(16)连通。

7. 根据权利要求1所述的一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,其特征在于:所述钢管桩(6)和长孔口管(8)在水平方向上成排或成格状整齐排列。

## 一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于水利水电工程技术领域,涉及一种岩溶地区水利水电工程建设中的有充填大型溶洞防渗技术,尤其是涉及一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构。

### 背景技术

[0002] 溶洞属于众多岩溶形态的一种类型,是地下水长期溶蚀的结果,即在地壳升降相对稳定期岩溶作用形成的近于水平的地下水通道,后经地壳上升运动形成的洞穴。溶洞分类方法较多,按形状分为厅堂式、管道式及裂隙式溶洞,按溶洞高度分为巨型(高度大于10m)、大型(高度5~10m)、中(高度3~5m)、小型(高度小于3m)溶洞,按充填情况分为全充填、半充填及无充填型溶洞。

[0003] 在喀斯特地区的水利水电工程建设过程中,经常会遇到各种类型、大小不等的溶洞,这些溶洞有可能危及建筑物安全,更多的则成为库水外漏的通道,严重影响工程效益。喀斯特溶洞如何处理没有专门的规程规范,一般是由工程设计单位根据溶洞的规模、类型等实际情况及工程影响提出处理方案,处理方法多以清除溶洞内的充填物后再回填混凝土或其它材料为主,即采用清挖回填法,或通过修改防渗线路的方法,清挖回填法适用于中小型溶洞,修改防渗线路法则一般在工程对建筑物安全有较大影响时适用。对于水利水电工程防渗处理过程中遇到的大型或特大型喀斯特溶洞来讲,采用清挖回填法来处理,工程量大、投资大、施工面多,如果临时修改防渗线路,则需要重新进行防渗设计,除了上述缺点外,还会耗费更多的人力财力,工期难以保证。

### 实用新型内容

[0004] 为了解决上述问题,本实用新型提供了一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,从而达到有效防渗,减少施工面,降低工程投入的效果,解决喀斯特地区水利水电工程中的溶洞防渗处理问题。

[0005] 本实用新型是通过如下技术方案予以实现的。

[0006] 一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,包括基岩和溶洞,所述溶洞位于基岩内,所述溶洞下段填充形成溶洞充填区,所述溶洞充填区内竖向布设若干充填物旋喷孔或钢管桩,所述充填物旋喷孔或钢管桩沿防渗轴线成排间隔布置;溶洞充填区上表面设有过渡垫层,所述钢管桩上方设置混凝土防渗墙,所述混凝土防渗墙上游侧的空腔回填形成回填区。

[0007] 所述混凝土防渗墙内设有灌浆廊道。

[0008] 所述钢管桩中设有至少两排长孔口管,长孔口管下端或钢管桩及长孔口管下端均深入基岩3~5m,钢管桩及长孔口管中均灌注有混凝土。

[0009] 所述溶洞顶壁上设有锚杆区,锚杆区位于混凝土防渗墙上游侧,包括若干水平插入溶洞顶壁一侧的锚杆。

[0010] 所述溶洞上方的基岩中预留灌浆平洞,灌浆平洞与混凝土防渗墙的延伸方向平行。

[0011] 所述混凝土防渗墙正上方的溶洞顶上设有溶洞顶板衔接槽,混凝土防渗墙与溶洞顶板衔接槽连接,溶洞顶板衔接槽通过基岩帷幕灌浆孔与灌浆平洞连通。

[0012] 所述钢管桩和长孔口管在水平方向上成排或成格状整齐排列。

[0013] 本实用新型的有益效果是:

[0014] 本实用新型所述的一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构的施工方法,是针对大型甚至巨型有充填溶洞的一种经济、高效的防渗处理技术,通过采取合理的结构设置,在溶洞中建混凝土防渗墙,并通过顶部的溶洞顶板衔接槽结构及通过灌浆平洞灌浆,达到了很好的隔断和封闭效果;其结构简单、防渗效果显著、投入材料少、施工强度小,大幅度提高了施工工效,同时降低了工程总投资,很好地解决了岩溶地区大型甚至巨型溶洞的防渗问题。

## 附图说明

[0015] 图 1 为本实用新型的结构示意图。

[0016] 图中:1-基岩,2-溶洞,3-溶洞充填区,4-溶洞空腔,5-溶洞下灌浆帷幕,6-钢管桩,7-充填物旋喷孔,8-灌浆长孔,9-过渡垫层,10-混凝土防渗墙,11-灌浆廊道,12-回填区,13-锚杆区,14-溶洞顶板衔接槽,15-基岩帷幕灌浆孔,16-灌浆平洞。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图进一步描述本实用新型的技术方案,但要求保护的范围并不局限于所述。

[0018] 如图 1 所示,本实用新型所述的一种岩溶地区大型溶洞的复合防渗结构,包括基岩 1 和溶洞 2,所述溶洞 2 位于基岩内,所述溶洞 2 下段填充形成溶洞充填区 3,所述溶洞充填区 3 内竖向布设若干充填物旋喷孔 7 或钢管桩 6,所述充填物旋喷孔 7 或钢管桩 6 沿防渗轴线成排间隔布置;溶洞充填区 3 上表面设有过渡垫层 9,所述钢管桩 6 上方设置混凝土防渗墙 10,所述混凝土防渗墙 10 上游侧的空腔回填形成回填区 12。

[0019] 所述混凝土防渗墙 10 内设有灌浆廊道 11。

[0020] 所述钢管桩 6 中设有至少两排长孔口管 8,长孔口管 8 下端或钢管桩 6 及长孔口管 8 下端均深入基岩 3 ~ 5m,钢管桩 6 及长孔口管 8 中均灌注有混凝土。

[0021] 所述溶洞 2 顶壁上设有锚杆区 13,锚杆区 13 位于混凝土防渗墙 10 上游侧,包括若干水平插入溶洞 2 顶壁一侧的锚杆。

[0022] 所述溶洞 2 上方的基岩 1 中预留灌浆平洞 16,灌浆平洞 16 与混凝土防渗墙 10 的延伸方向平行。

[0023] 所述混凝土防渗墙 10 正上方的溶洞 2 顶上设有溶洞顶板衔接槽 14,混凝土防渗墙 10 与溶洞顶板衔接槽 14 连接,溶洞顶板衔接槽 14 通过基岩帷幕灌浆孔 15 与灌浆平洞 16 连通。

[0024] 所述钢管桩 6 和长孔口管 8 在水平方向上成排或成格状整齐排列。

[0025] 图 1 展示了本技术方案的结构布设,从图中可以看到,本技术方案要处理的是大型甚至巨型有充填的溶洞 2,该溶洞 2 位于预建防渗工程的基岩 1 中。

[0026] 首先,查明溶洞的发育规模、充填物的性质、顶底板高程等参数,并划分溶洞类型,然后按照下述步骤进行施工:

[0027] ①对溶洞 2 表面进行清理,换填碎石形成溶洞充填区 3;

[0028] ②在溶洞充填区 3 上,关于防渗轴线对称布设至少两排充填物旋喷孔 7 或钢管桩 6,在钢管桩 6 中安装长孔口管 8,使长孔口管 8 下端或钢管桩 6 及长孔口管 8 下端均深入基岩 3 ~ 5m,采用高压灌注工艺,向钢管桩 6 及长孔口管 8 中高压浇筑混凝土,使其与溶洞充填区 3 上表面平齐;同时,采用高压旋喷工艺,向充填物旋喷孔 7 中进行高压旋喷;另外,亦可采用钢管桩 6 加长作为长孔口管 8,长孔口管 8 主要是用于溶洞下灌浆帷幕 5 的灌浆施工;

[0029] ③在溶洞充填区 3 及钢管桩 6 上浇筑碎石及素混凝土形成过渡垫层 9;

[0030] ④在溶洞顶板衔接槽 14 上方的基岩 1 中开设与混凝土防渗墙 10 平行的灌浆平洞 16,并设置基岩帷幕灌浆孔 15 与其下方的溶洞 2 连通;若溶洞顶板衔接槽 14 上方的基岩 1 较薄,则不预留灌浆平洞 16,直接从地面通过基岩帷幕灌浆孔 15 与其下方的溶洞 2 连通;

[0031] ⑤在溶洞 2 顶部上游侧洞壁上预埋若干锚杆或锚桩,形成锚杆区 13;

[0032] ⑥清理过渡垫层 9 表面,沿防渗轴线浇筑溶洞 2 空腔内的混凝土防渗墙 10,并在混凝土防渗墙 10 内预留帷幕灌浆廊道 11;

[0033] ⑦当混凝土防渗墙 10 施工至锚杆区 13 时,在充填物旋喷孔 7 正上方开设溶洞顶板衔接槽 14,使溶洞顶板衔接槽 14 的延伸方向与混凝土防渗墙 10 平行;

[0034] ⑧继续浇筑混凝土防渗墙 10,使混凝土防渗墙 10 顶端高度达到溶洞顶板衔接槽 14 处;

[0035] ⑨向混凝土防渗墙 10 上游侧的溶洞 2 空腔内回填素混凝土形成回填区 12;

[0036] ⑩从灌浆平洞 16 中通过基岩帷幕灌浆孔 15 对溶洞顶板衔接槽 14 进行帷幕灌浆,完成施工。

[0037] 实施例一

[0038] 现有一溶洞 2,该溶洞 2 沿防渗线中部发育,顺防渗轴线长 47m、宽 51m,溶洞充填物厚 29m ~ 41m,溶洞空腔高 14m ~ 28m,估算体积约为 12.1 万 m<sup>3</sup>,属于有充填的厅堂式的巨型溶洞,充填物主要以粘土及粉质粘土为主,局部有溶塌碎块石。原处理方案为全部清挖充填物后回填混凝土,但揭露后因施工支洞布置困难,预计工期长达 30 个月,处理费用预算高达 7100 万元,且施工安全隐患多等原因,一直处于停工状态。经长期的理论研究以及反复的现场勘查,对上述溶洞以及类似溶洞总结出了一套更为行之有效的施工方式,其施工步骤如下:

[0039] ①对溶洞 2 表面进行清理,将溶洞充填物表面整平,换填 1.0m 厚的碎石层形成溶洞充填区 3;

[0040] ②在防渗轴线上、下游的溶洞充填区 3 上对称开设两排充填物旋喷孔 7,其排距 1.0m,各孔之间的间距为 0.8m,对充填物旋喷孔 7 采用高压旋喷灌浆工艺进行灌浆;在充填物旋喷孔 7 中安装钢管桩 6,在钢管桩 6 中至少安装两排长孔口管 8,长孔口管 8 下端深入基岩 3 ~ 5m,向钢管桩 6 中高压浇筑混凝土,使其与溶洞充填区 3 上表面平齐。充填物旋喷孔 7 及钢管桩 6 的结构主要为满足溶洞空腔中混凝土防渗墙 10 的承载能力及稳定性,长孔口管 8 则用来作为溶洞以下基岩帷幕灌浆孔。所选用钢管桩 6 管径 168mm,选用的长孔口管 8 管径 76mm。钢管桩 6 亦可采用格型布设,格型布设时,钢管桩 6 排距及桩间距均为 1.5m,并关于防渗轴线对称。

- [0041] ③在溶洞充填区 3 及钢管桩 6 上浇筑 1.0m 厚的碎石及素混凝土形成过渡垫层 9；
- [0042] ④在溶洞顶板衔接槽 14 上方的基岩 1 中开设与混凝土防渗墙 10 平行的灌浆平洞 16, 并设置基岩帷幕灌浆孔 15 与其下方的溶洞 2 连通；
- [0043] ⑤在溶洞 2 顶部上游侧洞壁上预埋若干锚杆或锚桩, 锚杆或锚桩呈梅花型布置, 形成锚杆区 13；
- [0044] ⑥清理过渡垫层 9 表面, 沿防渗轴线浇筑溶洞 2 空腔内的混凝土防渗墙 10, 并在混凝土防渗墙 10 内预留帷幕灌浆廊道 11；
- [0045] ⑦为解决溶洞空腔混凝土与溶洞顶板间的衔接与防渗问题, 当混凝土防渗墙 10 施工至锚杆区 13 时, 在充填物旋喷孔 7 正上方开设溶洞顶板衔接槽 14, 使溶洞顶板衔接槽 14 的延伸方向与混凝土防渗墙 10 平行；溶洞顶板衔接槽 14 宽 1.0m, 深 0.6m, 采用人工开挖, 并在其中埋设接触灌浆盒及止水铜片；
- [0046] ⑧继续浇筑混凝土防渗墙 10, 使混凝土防渗墙 10 顶端高度达到溶洞顶板衔接槽 14 处；
- [0047] ⑨向混凝土防渗墙 10 上游侧的溶洞 2 空腔内回填素混凝土形成回填区 12；
- [0048] ⑩从灌浆平洞 16 中通过基岩帷幕灌浆孔 15 对溶洞顶板衔接槽 14 进行帷幕灌浆, 完成施工。

[0049] 采用本技术方案后, 工期缩短至 5 个月, 处理费用仅为原来的 30%, 约 2100 万, 完成后经试验性蓄水及相应观测仪器观测, 满足设计要求的防渗标准, 防渗效果良好。

#### [0050] 实施例二

[0051] 在实施例一所述的步骤中, 所述步骤②还可采用下述布置方式：

[0052] 在防渗轴线上、下游的溶洞充填区 3 上对称开设两排充填物旋喷孔 7, 其排距 1.0m, 并在每排的两相邻的充填物旋喷孔 7 之间安装钢管桩 6, 使各充填物旋喷孔 7 与相邻的钢管桩 6 之间的间距为 0.8m, 在钢管桩 6 中至少安装两排长孔口管 8, 长孔口管 8 及钢管桩 6 下端均深入基岩 3 ~ 5m；采用高压灌注工艺, 向钢管桩 6 及长孔口管 8 中高压浇筑混凝土, 同时, 采用高压旋喷工艺, 向充填物旋喷孔 7 中进行高压旋喷, 使其与溶洞充填区 3 上表面平齐；充填物旋喷孔 7 及钢管桩 6 的结构主要为满足溶洞空腔中混凝土防渗墙 10 的承载能力及稳定性, 长孔口管 8 及钢管桩 6 则同时被用来作为溶洞以下基岩帷幕灌浆孔。所选用钢管桩 6 管径 168mm, 选用的长孔口管 8 管径 76mm。

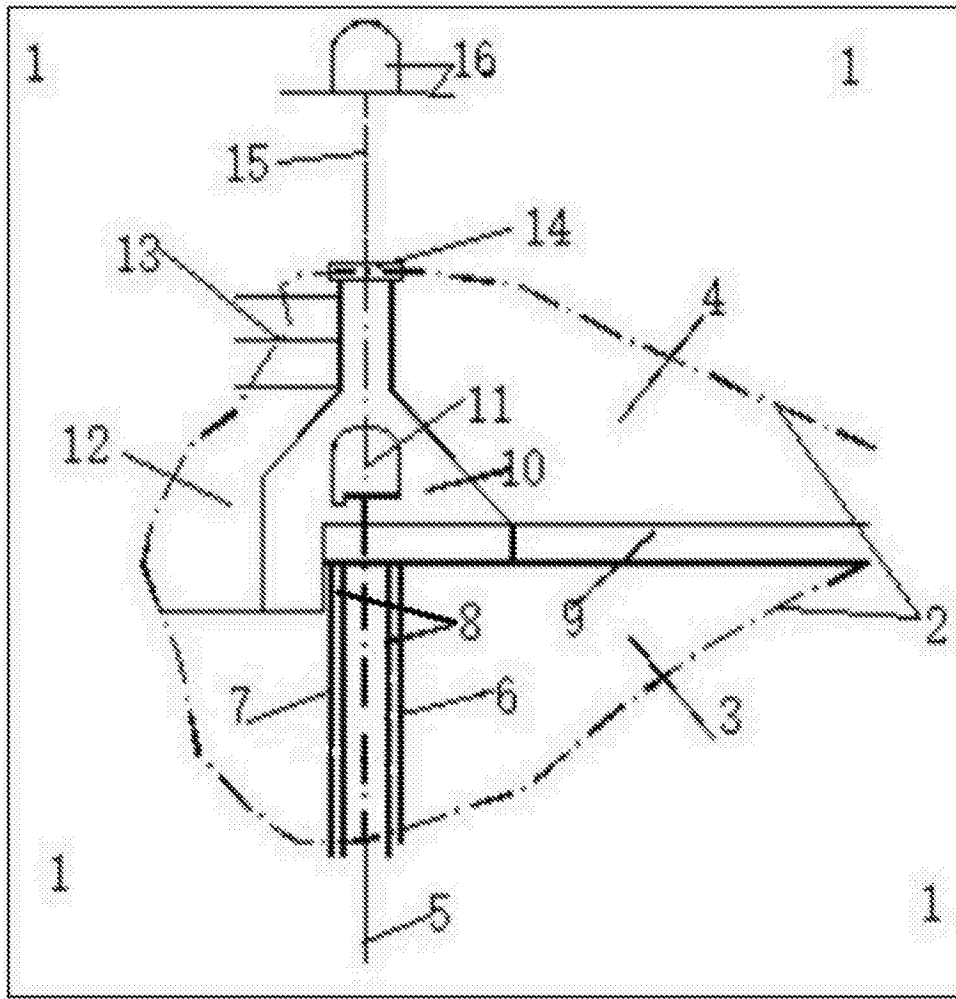


图 1