(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108999195 B
(45)授权公告日 2019.10.29

(21)申请号 201810960618.0

(22)申请日 2018.08.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108999195 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(73)专利权人 山东大学
地址 250061 山东省济南市历下区经十路17923号

(72)发明人 林春金 张猛 戴文杰 王孝特

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 郑平

(51)Int.Cl.
E02D 17/02(2006.01)
E02D 15/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 107761753 A,2018.03.06,
CN 203238649 U,2013.10.16,
CN 101624910 A,2010.01.13,
CN 102041810 A,2011.05.04,
KR 20150108204 A,2015.09.25,

审查员 肖璐

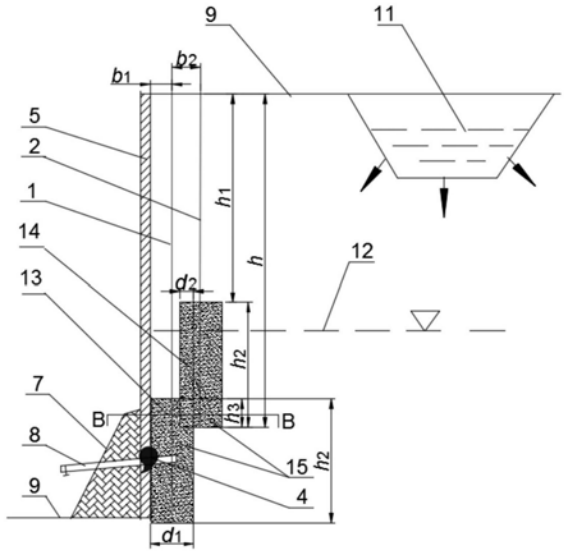
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种封堵深基坑侧壁较大涌水的地层内台阶堆堰式安全注浆施工工艺

(57)摘要

本发明公开一种封堵深基坑侧壁较大涌水的地层内台阶堆堰式安全注浆施工工艺。包括：对基坑深部侧壁的涌水量和泥沙量进行观察、计算；在涌水点内设置泄水管进行泄水；在涌水点周围设置反压体，对涌水点周围的基坑侧壁形成反压；在涌水点所在侧壁的地面上钻孔，钻孔至少分为两排，第一排钻孔和第二排钻孔的深度呈上下台阶式，靠近侧壁支护体的为第一排钻孔，向外按照排序、钻孔深度依次减少；注浆封堵。在基坑深部涌水点所处的侧壁外侧的地面上快速施工垂向钻孔，通过钻孔向导水通道或形成的空洞内注入骨料和具有抗分散早强速凝的浆液，在涌水地层内快速形成阻水帷幕，封堵地下涌水通道，达到快速治理涌水，对被涌水破坏的地层进行注浆加固的目的。



CN 108999195 B

1.一种封堵深基坑侧壁较大涌水的地层内台阶堆堰式安全注浆施工方法，其特征在于，包括：

对基坑深部侧壁的涌水量和泥沙量进行观察、计算；

在涌水点内设置泄水管进行泄水；

在涌水点周围设置反压体，对涌水点周围的基坑侧壁形成反压；

在涌水点所在侧壁的地面上钻孔，钻孔至少分为两排，第一排钻孔和第二排钻孔的深度呈上下台阶式，靠近侧壁支护体的为第一排钻孔，向外按照排序、钻孔深度依次减少；

注浆封堵；

所述第一排钻孔注浆深度最深，其浆液扩散加固区域处于最低位置并完全覆盖涌水点；

所述第二排钻孔浆液扩散加固区域位置要高于第一排浆液扩散加固区域；

最后一排钻孔浆液扩散阻水加固体的上缘标高要超过或接近该处的常年潜水位。

2.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述钻孔分为注浆堵水钻孔和注浆加固钻孔两种。

3.如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述注浆堵水钻孔是最靠近涌水点的第一排的1～3个钻孔，其中第一个关键钻孔要正对涌水点处施工。

4.如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述注浆堵水钻孔分上下两部分施工，第一部分为粗径钻孔，第二部分为注浆管自进式施工钻孔。

5.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第一排钻孔的孔位线距离侧壁的距离不超过1.5m。

6.如权利要求2-4任意一项所述的方法，其特征在于，在注浆堵水钻孔内注入早强抗分散速凝浆液时，要缓慢关闭泄水管阀门；一旦发现阀门关闭到一定程度，泄水管有被顶出的趋势或基坑侧壁涌水点上方出现渗水现象时，停止关闭阀门，仍保留泄水状态；此时要缩短早强抗分散速凝浆液的初凝时间，保持低压持续注浆；注浆持续一段时间后，仍可以试着继续关闭阀门，直到阀门被安全关闭为止。

7.如权利要求1所述的方法，其特征在于，关闭泄水管阀门后，要持续注浆，直到注浆压力达到设计终压为止；设计终压为不引起基坑侧壁支护体出现开裂、膨出的最大安全压力。

一种封堵深基坑侧壁较大涌水的地层内台阶堆堰式安全注浆施工工艺

技术领域

[0001] 本发明属于城市地铁隧道、建筑等深基坑侧壁深部较大涌水的注浆封堵领域，特别是涉及一种封堵深基坑侧壁较大涌水的地层内台阶堆堰式安全注浆施工工艺。

背景技术

[0002] 在修建城市地铁隧道车站、高层建筑开挖深基坑时，经常会遇到基坑深部侧壁出现水量不低于10m^3/h的较大涌水现象。涌水后，给工程带来很大安全威胁。经分析深基坑深部遇到的涌水来源主要为地下潜水、地表河流侧向补给或地下管线(污水、雨水等)的严重泄漏。涌水点一般位于杂填土，砂砾、粉沙、粉土等松散地层或土岩结合面处。这类地层孔隙率高，含导水能力强。因为基坑深处涌水带有一定的压力，故呈现集中的较大流量的股状涌水，呈喷射状。涌水口被临时封堵后，水位会迅速升高，并在基坑侧壁其他位置出现多处涌水现象，对侧壁的稳定性危害较大。当深基坑出现较大涌水后，涌水会呈股状急速涌出，并携带出大量泥沙。若涌水得不到有效处理，大量泥沙溃出后，在涌水点处的周围地层内形成空洞，引起上覆地层沉降，甚至引发地面的沉陷；基坑侧壁在地层沉陷的动载荷作用下，出现严重失稳现象，出现基坑侧壁及其支护体的垮塌，严重时出现较为严重的突水突泥事故。

[0003] 当基坑出现较小的涌水(比如侧壁荫水，较大较大面积的分散的点状渗水或较小的股状涌水等)后，当分析后认为不会出现较大险情时，一般常用的处治方法是在涌水点处的侧壁上施工注浆锚杆，注浆锚杆注浆后起到锚注双重作用。利用注浆锚杆对基坑侧壁支护体后的空隙内注入水泥浆或化学浆液，起到封堵较小涌水的现象。因这种荫水渗水情况下水量较小，携带泥沙的能力弱，短时间内不会引起基坑壁后地层的较为严重的沉降，因此也不会出现较严重的地层沉陷失稳的灾害。但一旦出现较大量的持续时间较长的股状涌水后，说明涌水具有较强的水源补给能力和较为畅通的导水通道。因为具有一定的压力，水流流速较大，对导水通道围岩的冲刷破坏能力较强，携带泥沙能力较强，会迅速把导水通道周围的地层搬空，就会出现地表沉陷，基坑侧壁垮塌甚至突水突泥等严重事故。在这种情况下，利用侧壁锚杆注浆的方法因为注浆量小、难以达到持续大量注浆的要求，而且锚杆注浆深度浅，为与水流方向相逆的顶水注浆，浆液扩散范围小，注入的浆液大部分被水流冲出，堵水效果较差，施工工期较长，有可能在没有来的及达到治理效果，就会出现严重垮塌沉陷事故。而且施工人员要靠近涌水侧壁，人身安全风险较高。

[0004] 专利CN201710977510.8公开了一种基坑涌水快速抢险注浆封堵方法，包括以下步骤：险情发生后进行及时反压及泄压管的放置；确定基坑出水点位置，在基坑侧壁距离灌注桩一定位置即旋喷桩轴线位置处进行地表钻孔施工，当钻孔施工至导水通道位置处，下一定长度套管并下PVC管至导水通道位置处；将注浆泵管路与PVC管连接，打开注浆泵泵送水泥浆单液；当从泄压管处观察到有水泥浆流出，开始注速凝类浆液，浆液在导水通道内迅速凝结硬化，直至泄压管不再有水流出，至此实现对导水通道的完全封堵。该方法可实现基坑侧壁涌水的快速封堵，对基坑侧壁涌水灾害应急性处理具有重要作用。

发明内容

[0005] 针对上述现有技术存在的不足，本发明提供了一种封堵深基坑侧壁较大涌水的地层内台阶堆堰式安全注浆施工工艺。即在基坑深部涌水点所处的侧壁外侧的地面上快速施工垂向钻孔，通过钻孔向导水通道或形成的空洞内注入骨料和具有抗分散早强速凝的特殊浆液，在涌水地层内快速形成阻水帷幕，封堵地下涌水通道，达到快速治理涌水，并对被涌水破坏的地层进行注浆加固的目的。

[0006] 为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0007] 一种封堵深基坑侧壁较大涌水的地层内台阶堆堰式安全注浆施工方法，包括：

[0008] 对基坑深部侧壁的涌水量和泥沙量进行观察、计算；

[0009] 在涌水点内设置泄水管进行泄水；

[0010] 在涌水点周围设置反压体，对涌水点周围的基坑侧壁形成反压；

[0011] 在涌水点所在侧壁的地面上钻孔，钻孔至少分为两排，第一排钻孔和第二排钻孔的深度呈上下台阶式，靠近侧壁支护体的为第一排钻孔，向外按照排序、钻孔深度依次减少；

[0012] 注浆封堵。

[0013] 与两排注浆孔的钻孔深度一致的施工方式相比，本申请通过注浆形成台阶堆堰式浆液扩散阻水加固体可以更有效地降低涌水点水流速度，较其它前进式或后退式注浆方式更具有针对性，能快速针对涌水点注浆封堵，更加节省注浆浆液，更能兼顾到常年潜水位以下的含导水地层，还解决了在地面有效空间内施工不同性质钻孔的需要。采用注浆堵水钻孔和注浆加固钻孔不同的设计位置和施工顺序，达到了快速堵水和系统加固的双重目的。

[0014] 在一些实施例中，所述钻孔分为注浆堵水钻孔和注浆加固钻孔两种。

[0015] 在一些实施例中，所述注浆堵水钻孔是最靠近涌水点的第一排的1～3个钻孔，其中第一个关键钻孔要正对涌水点处施工。

[0016] 在一些实施例中，所述注浆堵水钻孔分上下两部分施工，第一部分为粗径钻孔，第二部分为注浆管自进式施工钻孔。

[0017] 本申请采用粗径钻孔向空洞内注入石子、沙硬骨料的方式对空洞进行充填，可以有效降低涌水点水流速度，同时采用这种方式与注浆泵泵送水泥单液相比，可更好地对空洞起到支撑作用，同时节省封堵材料。利用粗径钻孔和自进式钻进相结合进行注浆，可以兼顾钻孔揭露地层空洞后的骨料充填阻水，同时兼顾注浆堵水和注浆加固的需要。

[0018] 在一些实施例中，所述第一排钻孔的孔位线距离侧壁的距离不超过1.5m。

[0019] 在一些实施例中，所述第一排钻孔注浆深度最深，其浆液扩散加固区域处于最低位置并完全覆盖涌水点。

[0020] 在一些实施例中，所述第二排钻孔浆液扩散加固区域位置要高于第一排浆液扩散加固区域。

[0021] 在一些实施例中，最后一排钻孔浆液扩散阻水加固体的上缘标高要超过或接近该处的常年潜水位。

[0022] 在一些实施例中，在注浆堵水钻孔内注入早强抗分散速凝浆液时，要缓慢关闭泄水管阀门；一旦发现阀门关闭到一定程度，泄水管有被顶出的趋势或基坑侧壁涌水点上方出现渗水现象时，停止关闭阀门，仍保留泄水状态；此时要缩短早强抗分散速凝浆液的初凝

时间，保持低压持续注浆；注浆持续一段时间后，仍可以试着继续关闭阀门，直到阀门被安全关闭为止。

[0023] 在一些实施例中，关闭阀门后，要持续注浆，直到注浆压力达到设计终压为止；设计终压为不引起基坑侧壁支护体出现开裂、膨出的最大安全压力。

[0024] 本发明的有益效果

[0025] (1)利用不同排别的钻孔在地层内注浆，形成台阶堆堰式浆液扩散注浆阻水加固体，能有效解决以往在钻孔内大段距注浆中，较深部位注浆质量差于较浅部位注浆质量的技术难题。在单个钻孔内缩小了注浆段距，并用另一排钻孔注浆形成的浆液扩散注浆加固体相搭接来弥补，形成台阶堆堰式浆液扩散注浆阻水加固体。

[0026] (2)利用42mm钢管作为钻杆在地层深部自进式钻进，减少了较大口径钻孔施工中孔壁坍塌的风险；利用该钢管作为注浆管，可以实现在钢管上花眼范围内的地层段距内的同时均匀进浆，浆液扩散均匀，整体加固效果好。

[0027] (3)利用粗径钻孔和自进式钻进相结合，既兼顾了钻孔揭露地层空洞后的骨料充填阻水，也兼顾了注浆堵水和注浆加固的需要。

[0028] (4)通过注浆形成台阶堆堰式浆液扩散阻水加固体，可以较其它前进式或后退式注浆方式更具有针对性，能快速针对涌水点注浆封堵，更加节省注浆浆液，更能兼顾到常年潜水位以下的含导水地层，还解决了在地面有效空间内施工不同性质钻孔的需要。采用注浆堵水钻孔和注浆加固钻孔不同的设计位置和施工顺序，达到了快速堵水和系统加固的双重目的。

附图说明

[0029] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。

[0030] 图1：地层内台阶堆堰式浆液扩散注浆堵水加固体钻孔布置平面图；

[0031] 图2：A-A断面垂向剖面示意图；

[0032] 图3：B-B断面处钻孔浆液扩散剖面示意图。

[0033] 其中：1第一排注浆加固钻孔，2第二排注浆加固钻孔，3孔位线，4涌水点，5基坑侧壁，6注浆堵水钻孔，7反压堆积体，8泄水管，9基坑底，10地面，11河流，12常年潜水水位线，13第一排钻孔浆液扩散注浆堵水加固体，14、第二排钻孔浆液扩散注浆加固体，15、台阶堆堰式浆液扩散注浆堵水加固体。

具体实施方式

[0034] 应该指出，以下详细说明都是例示性的，旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明，本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0035] 需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0036] 1、涌水量及携带的泥沙量的观测计算。当基坑深部侧壁出现股状涌水后，要尽快设立观测系统。观测并计算涌水量是否变化，尤其是是否增加，涌水中是否携带有大量泥沙。若携带大量泥沙，则要计算涌水中单位时间内携带的泥沙的量，根据携带出的泥沙的体积，推算出一定时间内地层形成的空洞的大小。通过对可能形成的空洞体积的计算，预测是否出现较大险情。若可能出现较大险情时，必须尽快采取注浆封堵和加固措施进行处治。

[0037] 2、埋设泄水管集中泄水。尽快把一端带有阀门的一条或多条钢管插进基坑侧壁内的涌水点内，保持阀门开启，使涌水尽量都从泄水管内泄出，泄水管外端连接塑料水管，把水引到积水坑，并用泵把积水排出。钢管外和坑壁之间的间隙用沙袋以及速凝混凝土封闭。并把泄水管固定在基坑侧壁内，防止泄水管被涌水顶出。

[0038] 3、堆积沙袋形成反压体。尽快在涌水点周围堆积沙袋，沙袋堆积面积要宽厚，沙袋堆积起来后，对涌水点周围的基坑侧壁产生反压作用，目的是用沙袋堆压住侧壁，防止侧壁倾斜鼓出甚至垮塌。沙袋反压体的形成，也可减小注浆时注浆压力对基坑侧壁的破坏影响。

[0039] 4、迅速设计施工注浆钻孔。尽快在涌水点所处一侧侧壁的地面上形成钻孔施工条件，并设计注浆钻孔。一般情况下围绕涌水点周围设计两排注浆钻孔。第一排钻孔尽量靠近侧壁，孔位线距离侧壁的距离不超过1.5m；两排钻孔深度呈上下台阶式，靠近侧壁支护体的为第一排钻孔，向外按照排序依次类推。第一排钻孔注浆深度最深，其浆液扩散加固区域处于最低位置并完全覆盖涌水点。第二排钻孔浆液扩散加固区域位置要高于第一排浆液扩散加固区域。向外逐排依次类推，形成台阶堆堰式浆液扩散注浆阻水加固体。台阶堆堰式浆液扩散注浆阻水加固体的上缘标高要超过或接近该处的常年潜水位。当两排钻孔形成的阻水加固体标高达不到常年潜水位标高时，可增加钻孔的排数。

[0040] 采用台阶堆堰式加固体在满足注浆加固强度的前提下，可以有效节约注浆材料的使用，大大节省了深基坑侧壁突涌水注浆治理的成本。同时，台阶式堆堰加固体将注浆加固体设计成台阶形式，可以增加水流通过加固体时的能耗。其基本原理是利用台阶对水流的阻力，使水流在台阶之间形成水平旋滚，并与台阶堆堰式加固体主流发生强烈的混掺作用，迫使水流产生强烈紊动而掺入空气，从而达到消散水体能量的目的，进而有效降低水流对深基坑的破坏作用。

[0041] 两个注浆孔浆液扩散交汇处的加固体强度最高，即在两个注浆孔圆心的连接线上，采用本申请中的钻孔排布方式，浆液凝固后形成稳固的三角形注浆加固网络，相比其他的钻孔排布方式形成的注浆加固体更加稳固。

[0042] 注浆钻孔分为注浆堵水钻孔和注浆加固钻孔两种。

[0043] 5、注浆堵水钻孔施工。注浆堵水钻孔为关键孔，是最靠近涌水点的第一排的1～3个钻孔，其中第一个关键钻孔要正对涌水点处施工。每个关键注浆钻孔分上下两部分施工。第一部分为粗径钻孔，第二部分为注浆管自进式施工钻孔。粗径钻孔深度一般比钢管自进式施工钻孔深度浅2-3m。

[0044] (1)粗径钻孔施工。粗径钻孔施工深度一般为涌水点深度左右处。钻孔直径在110-150mm之间。当粗径钻孔施工深度接近涌水点处时，要密切观察是否出现掉钻(即钻杆突然下落)现象，有掉钻现象时，说明导水通道已被涌水冲刷成了空洞。立即提钻，在钻孔内快速下入直径不小于108mm的粗径钢管。把粗径钢管下到空洞以上2m处。通过粗径钢管向空洞内注入石子、沙等硬骨料或海带等软骨料，对空洞进行充填。对空洞进行充填时，要下入钻杆

钻头到空洞内不断回转搅拌。充填过程中通过钻杆注入初凝时间不短于3min的早强抗分散速凝浆液，对注入的骨料进行胶结，或注入密度不小于1.7g/cm^{3}的浓稠的单液浆。

[0045] 若粗径钻孔在涌水点深度左右没有揭露到空洞，也要提钻，停止施工粗径钻孔，若粗径钻孔孔壁稳定无掉块无坍塌现象，粗径钻孔内可以不下钢管。

[0046] 在粗径钻孔施工中，因为要经过松散地层，施工速度要快，并使用带有锯末的浓稠水泥浆作为冲洗液进行护壁。当遇到坍塌地层时，要注入双液浆进行固结。骨料把空洞充填满并注入浆液后，涌水点处的涌水流速就会减弱，水量会减少。

[0047] (2)注浆管自进式钻进施工。在42mm钢管上安装钻头，利用42mm钢管作为钻杆，向粗径钻孔以下的地层内钻进，钻进深度为涌水点深度以下2m。42mm钢管在被下入粗径钻孔作为钻杆使用前，要割花眼和安装膨胀止浆塞。在其底口端以上的4m长度范围内的侧壁上割花眼(因设计在地层内的注浆段距为4m)，花眼直径6mm，花眼要均匀分布，花眼的数量由花眼的总面积确定，花眼的总面积与注浆管内径的总面积接近；在42mm钢管上安装膨胀止浆塞，止浆塞下边缘位于粗径钻孔内或位于钢管底端口以上4.5m处。利用42mm钢管作为钻杆钻进到设计深度后，该钢管不再提出，作为注浆管使用。利用该注浆管向地层内注入早强抗分散速凝浆液的浆液，浆液初凝时间一般不长于50s。

[0048] 本申请采用42mm钢管作为钻杆在地层深部自进式钻进，相比一般钻孔铺设套管的方式共有三个优点：一是钻进与铺设套管的过程同时进行，大大节省了施工时间，可以更加快速高效地应对深基坑突涌水这种重大的突发性灾害；二是减少了较大口径钻孔施工中孔壁坍塌的风险，发生突涌水的地层因为有水的存在自稳能力相对较弱，采用自进式钻进的方式打孔可以避免一般作业方式在提钻杆和铺设套管的间隙钻孔坍塌，减少其对抢险作业带来的影响；三是在钢管上花眼，可以实现在钢管花眼范围内的地层同时均匀进浆，浆液扩散均匀，整体加固效果更好。

[0049] 快速施工涌水点两侧的其它两个注浆堵水钻孔，其技术要求同上，作用是对第一个关键注浆钻孔的补充。

[0050] 6、施工注浆加固钻孔。除注浆堵水钻孔外，其他钻孔均为注浆加固钻孔。注浆加固钻孔的孔径结构与施工工艺与注浆堵水钻孔一致。所不同的是注入的浆液为高浓度的单液水泥浆和初凝时间不长于50s的早强速凝浆液。两种浆液交替连续注入。注入单液水泥浆的目的是利用其较强的固结强度注浆加固地层，提高被加固地层的整体强度；交替注入早强速凝浆液的目的是不仅控制该浆液本身的扩散范围，使其在设计的扩散范围内留存。还可以利用其迅速固结后形成的固结体，拦截阻挡随后注入的单液浆向远端的扩散，使其在钻孔近端留存。这样达到控制注浆的目的。

[0051] 7、注浆要求。注浆前通过注浆管注入单液水泥浆，进行注浆试验，通过注浆试验观察单液浆从泄水管内的跑浆程度以及注浆初始压力，依此确定水中抗分散的早强速凝浆液的注浆初凝时间和注浆终压。

[0052] 在注浆堵水钻孔内注入早强抗分散速凝浆液时，要缓慢关闭泄水管阀门。给速凝浆液在地层内的留存创造条件。一旦发现阀门关闭到一定程度，泄水管有被顶出的趋势或基坑侧壁涌水点上方出现渗水现象时，停止关闭阀门，仍保留泄水状态。此时要缩短早强抗分散速凝浆液的初凝时间，保持低压持续注浆。注浆持续一段时间后，仍可以试着继续关闭阀门，直到阀门被安全关闭为止。关闭阀门后，要持续注浆，直到注浆压力达到设计终压为

止。设计终压一般以不引起基坑侧壁支护体出现开裂、膨出的最大安全压力。

[0053] 所有钻孔达到设计要求，注浆堵水和地层加固结束。

[0054] 实施例1

[0055] 1、涌水量及携带的泥沙量的观测计算。当基坑深部侧壁出现股状涌水后，在基坑底部设置了积水坑，通过潜水泵抽水量进行了测算。经测算，侧壁涌水量约为16.7m^3/h，在观测的5小时内水量稳定不减。且水质较混，泥沙含量约为13%(体积含量)。涌水点位于粉沙层，粉砂层底部为粘土层。分析认为涌水水源为地下潜水，但也不排除有200米外河流补充的可能。导水通道在粉砂层内，不会出现向下转移的可能，粉砂层上覆岩层分别为砂砾层、粉土层和杂填土层，若涌水持续冲刷，涌水地层有被逐渐冲垮上覆松散层由引发沉陷的安全危险。必须尽快采取注浆封堵和加固措施进行处治。

[0056] 2、埋设带阀门的泄水管8集中泄水。尽快把一端带有阀门的一条或多条钢管插进基坑侧壁内的涌水点内，保持阀门开启，使涌水尽量都从泄水管8内泄出，泄水管8外端连接塑料水管，把水引到积水坑，并用泵把积水排出。泄水管8外和基坑侧壁5之间的间隙用沙袋以及速凝混凝土封闭。并把泄水管8固定在基坑侧壁5内，防止泄水管8被涌水顶出。

[0057] 3、堆积沙袋形成反压堆积体7。尽快在涌水点4周围堆积沙袋，沙袋堆积面积要宽厚，沙袋堆积起来后，对涌水点4周围的基坑侧壁5产生反压作用，目的是用沙袋堆压住侧壁，防止基坑侧壁5倾斜鼓出甚至垮塌。反压堆积体7的形成，也可减小注浆时注浆压力对基坑侧壁5的破坏影响。

[0058] 4、迅速设计施工注浆钻孔。尽快在涌水点4所处一侧侧壁的地面上形成钻孔施工条件，并设计注浆钻孔。一般情况下围绕涌水点4周围设计两排注浆钻孔。第一排钻孔尽量靠近基坑侧壁5，孔位线3距离基坑侧壁5的距离b_1不超过1.5m；两排钻孔深度呈上下台阶式，靠近基坑侧壁5的为第一排钻孔，向外按照排序依次类推。第一排钻孔注浆深度最深，其第一排钻孔浆液扩散注浆堵水加固体13处于最低位置并完全覆盖涌水点4。第二排钻孔浆液扩散加固体14位置要高于第一排钻孔浆液扩散注浆堵水加固体13。向外逐排依次类推，形成台阶堆堰式浆液扩散注浆堵水加固体15。台阶堆堰式浆液扩散注浆堵水加固体15的上缘标高要超过或接近该处的常年潜水水位线12标高。当两排钻孔形成的台阶堆堰式浆液扩散注浆堵水加固体15标高达不到常年潜水水位线12标高时，可增加钻孔的排数。

[0059] 注浆钻孔分为注浆堵水钻孔和注浆加固钻孔两种。

[0060] 5、注浆堵水钻孔施工。注浆堵水钻孔6为关键孔，是最靠近涌水点4的第一排的1～3个钻孔，其中第一个注浆堵水钻孔6要正对涌水点4处施工。每个注浆堵水钻孔6分上下两部分施工。上部分为粗径钻孔，下部分为注浆管自进式施工钻孔。粗径钻孔深度一般比注浆管自进式施工钻孔深度浅3m左右。

[0061] (1)粗径钻孔施工。粗径钻孔施工深度一般为涌水点4的深度位置附近。钻孔直径在110-150mm之间。当粗径钻孔施工深度接近涌水点4处时，要密切观察是否出现掉钻(即钻杆突然下落)现象，当有掉钻现象时，说明导水通道已被涌水冲刷成了空洞。应立即提钻，在粗径钻孔内快速下入直径不小于108mm的粗径钢管。把粗径钢管下到空洞以上2m处。通过粗径钢管向空洞内注入石子、沙等硬骨料或海带等软骨料，对空洞进行充填。对空洞进行充填时，要下入钻杆钻头到空洞内不停回转搅拌。在骨料充填和钻杆的不停回转搅拌过程中，通过钻杆内通眼注入初凝时间不短于3min的早强抗分散速凝浆液，对注入的骨料进行胶结，

或注入密度不小于1.7g/cm^{3}的浓稠的单液水泥浆。

[0062] 若粗径钻孔在涌水点4的深度左右没有揭露到空洞，也要提钻，停止施工粗径钻孔，若粗径钻孔孔壁稳定无掉块无坍塌现象，粗径钻孔内可以不下粗径钢管。

[0063] 在粗径钻孔施工中，因为要经过松散地层，施工速度要快，并使用带有锯末的密度不小于1.60g/cm^{3}的浓稠水泥浆作为冲洗液进行护壁。当遇到坍塌地层时，要注入双液浆进行固结。骨料把空洞充填满并注入浆液后，涌水点处的涌水流速就会减弱，水量会减少。

[0064] (2)注浆管自进式钻进施工。在42mm钢管上安装钻头，利用42mm钢管作为钻杆，向粗径钻孔以下的地层内钻进，钻进深度为涌水点4深度以下2m左右。42mm钢管在被下入粗径钻孔作为钻杆使用前，要割花眼和安装膨胀止浆塞。在底口端以上的4m长度范围内的42mm钢管侧壁上割花眼(因设计在地层内的注浆段距为4m)，花眼直径6mm，花眼要均匀分布，花眼的数量由花眼的总面积确定，花眼的总面积与注浆管内径的总面积接近；在42mm钢管上安装膨胀止浆塞，止浆塞下边缘应位于粗径钻孔内或位于钢管底端口以上4.5m处。利用42mm钢管作为钻杆钻进到设计深度后，该钢管不再提出，作为注浆管使用。利用该注浆管向地层内注入早强抗分散速凝浆液，浆液初凝时间一般不长于50s。

[0065] 快速施工涌水点两侧的其它两个注浆堵水钻孔，其技术要求同上，作用是对第一个注浆堵水钻孔的补充。三孔之间的间距a_1为2m。三孔距离基坑侧壁5的距离b_1为1.5m。

[0066] 6、施工注浆加固钻孔。除注浆堵水钻孔6外，其他钻孔均为注浆加固钻孔。注浆加固钻孔的孔径结构与施工工艺与注浆堵水钻孔6一致。所不同的是注入的浆液为高浓度的单液水泥浆和初凝时间不长于50s的早强速凝浆液。两种浆液交替连续注入。注入单液水泥浆的目的是利用其较强的固结强度注浆加固地层，提高被加固地层的整体强度；交替注入早强速凝浆液的目的是不仅控制该浆液本身的扩散范围，使其在设计的扩散范围内留存。还可以利用其迅速固结后形成的固结体，拦截阻挡随后注入的单液浆向远端的扩散，使其在钻孔近端留存。这样达到控制注浆的目的。

[0067] 第一排注浆加固钻孔和第二排注浆加固钻孔的排间距b_2为1.2m；同排间相邻钻孔的间距a_1为2m；两排钻孔浆液扩散注浆加固段长度h_2相同，均为4m；第一排钻孔浆液扩散注浆堵水加固体13、第二排钻孔浆液扩散注浆加固体14重叠高度h_3为0.5-1m；设计单孔浆液扩散直径d_1为1.5m。相邻加固体水平面上重叠宽度d_2为1m。

[0068] 7、注浆要求。注浆前要通过注浆管注入单液水泥浆，进行注浆试验，通过注浆试验观察单液浆从泄水管8的跑浆程度以及注浆初始压力，依此确定注入的早强抗分散速凝浆液的初凝时间和注浆终压。

[0069] 在注浆堵水钻孔6内注入早强抗分散速凝浆液时，要缓慢关闭泄水管8阀门。给速凝浆液在地层内的留存创造条件。一旦发现阀门关闭到一定程度，泄水管8有被顶出的趋势或涌水点4上方的基坑侧壁5上方出现渗水现象时，停止关闭阀门，仍保留泄水状态。此时要缩短早强抗分散速凝浆液的初凝时间，保持低压持续注浆。注浆持续一段时间后，仍可以试着继续关闭阀门，直到阀门被安全关闭为止。关闭阀门后，仍保持持续注浆，直到注浆压力达到设计终压为止。设计终压一般以不引起基坑侧壁5支护体出现开裂、膨出的最大安全压力，实例注浆中注浆堵水钻孔控制的终压为0.5MPa，注浆加固钻孔控制的最大终压为1.5MPa。

[0070] 实施例2：

[0071] 2017年4月5日在修建济南地铁R3号线恒大城站的基坑时，基坑南侧侧壁距地表深度13m处突然出现涌水，目测涌水量约为50-70m^3/h，后经测量，水量为37m^3/h，水量在观测6小时后无变化。水质发黑含泥沙，含沙泥量约10-15%左右。经从勘查资料分析，排除了水源为地表下17m深处的砾石层内承压水的可能。经对水质化验，水质与地下潜水水质相同，也排除了管道漏水的可能。后经调查，水源为埋藏于地下的古河道的水，不排除补充水源为基坑西侧300m左右处的河道内水的可能。

[0072] 采用的处治方案是在涌水点处插入2根108mm钢管，用钢管把水引出。钢管端头安装阀门。钢管外侧与坑壁之间用沙袋塞住，外面用标号为C20的早强素混凝土封闭。试着关闭阀门后，2分钟水位抬升到2.5m高，从基坑初支的喷护体上呈多点股状涌出。说明基坑侧壁抗水压的能力较小，同样抗注浆压力的能力也较小。若采用常规的在基坑侧壁上涌水点周围，利用注浆锚杆注浆的话，难以控制水位的抬升或扩散，会影响涌水点上部基坑侧壁的安全，给基坑侧壁的安全构成威胁。

[0073] 后在涌水点周围堆积沙袋进行反压。在涌水点上方基坑边缘外地面上施工垂向钻孔，钻孔内下模袋隔离上部岩土，模袋位置在10m左右，先对着涌水点施工3个钻孔，注入具有早强抗分散的速凝浆液(C-GT浆液)。注浆开始后跑浆严重并减水，后涌水水量又恢复到原水量，出现水量反复现象。注浆过程中，通过调节浆液配比参数，减小浆液初凝时间，控制浆液跑浆，并配合逐步关闭阀门的措施。通过3个钻孔，成功把涌水堵住。后施工了6个钻孔对涌水点周围地层进行了注浆加固，注浆加固浆液为C-S浆液和单液水泥浆，注浆终压为1.5MPa。

[0074] 最后应该说明的是，以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。上述虽然对本发明的具体实施方式进行了描述，但并非对本发明保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本发明的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

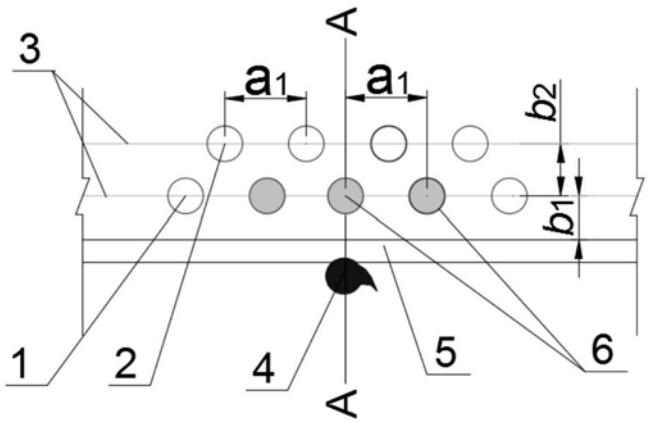

3
A
a1
a1
b2
b1
1
2
4
5
6
A

图1

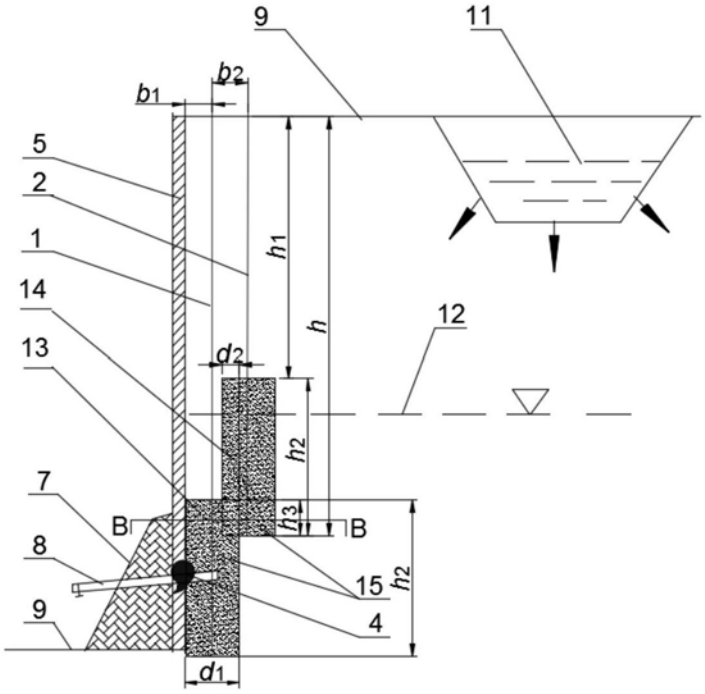

9
11
b2
b1
5
2
1
14
13
h1
h
12
d2
h2
7
B
h3
B
8
15
h2
9
4
d1

图2

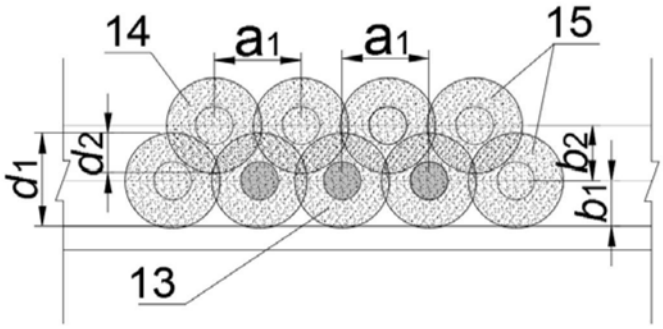


图3