

ICS 91.140.80

CCS Q 81

DB13

河北省地方标准

DB13 / T 5660—2023

水文水井分层抽水技术规范

Technical code for stratified pumping of hydrogeologic wells

2023-02-06 发布

2023-03-06 实施

河北省市场监督管理局 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	2
5 钻孔及成井.....	2
6 分层止水.....	3
7 分层抽水.....	5
附 录 A（资料性）水文水井常用孔（井）身结构.....	7
附 录 B（资料性）水文水井常用洗井方法.....	8
附 录 C（资料性）水文水井常用止水方法及止水装置.....	9
附 录 D（资料性）分层抽水止水安装示意图.....	10
参 考 文 献.....	13

前 言

本文件按照 GB/T 1.1 2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些地方可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由河北省地质矿产勘查开发局提出并归口。

本文件起草单位：河北省地质矿产勘查开发局国土资源勘查中心（河北省矿山和地质灾害应急救援中心）。

本文件主要起草人：李予红、和新、郝国利、南贵军、于建丛、张聚斌、黄文龙、张庆宙、李晋锐、庄丁源、姚文永、边文英、宋立恩、李鹏、王亚会、梅久娟、张建池、彭飞。

水文水井分层抽水技术规范

1 范围

本文件规定了水文水井分层抽水的总则、钻孔及成井、分层止水、分层抽水工艺技术要求等内容。本文件适用于水文水井分层抽水技术工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 50296—2014 管井技术规范

DZ/T 0148—2014 水文水井地质钻探规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水文水井 hydrological well

以水文地质勘查或开发利用地下水资源为目的的孔（井）。

3.2

永久性止水 permanent water shut-off

用于供水井和长期观测孔中隔离含水层的长期性止水措施。

3.3

临时止水 temporary water shut-off

为完成测试目的的一种短期隔离含水层的止水措施。

3.4

分层止水 interval plugging

在多层含水层的地区进行水文地质钻探时，为取得各个含水层的水文地质资料而用止水材料将目的含水层（组、段）与其它含水层隔离的工序。

[来源：GB/T 14157-1993，6.2.2.4]

3.5

止水装置 Sealing device

用于孔（井）内不同含水层之间临时封隔止水的材料及器具。

3.6

分层抽水试验 separate-interval pumping test

将抽水目的层与其它含水层隔离，分别进行抽水和观测的试验。

[来源：GB/T 14157-1993，6.3.1.4]

4 总则

- 4.1 进行分层抽水的水文水井，应在充分掌握水文地质资料、岩心资料、物探测井资料基础上遵循“先设计、后施工”的工作程序。
- 4.2 在钻探施工及成井过程中应做好岩心编录、简易水文地质观测、测井、下管、填砾、止水等原始资料的记录工作。
- 4.3 按照分层抽水试验目的合理划分抽水试验段，隔水层厚度宜大于 5 m。根据水文水井结构、分层数量及水文地质特征选择适宜的分层止水方法、止水位置、止水材料及装置。
- 4.4 分层抽水试验参照 DZ/T 0148、GB 50027 及现行有关标准执行。

5 钻孔及成井

5.1 钻孔

5.1.1 类型

钻孔分为地质勘探孔、水文地质孔、勘探开采孔、供水井和观测孔。

5.1.2 口径

松散层填砾水井钻孔口径宜比井管外径大 200 mm~300 mm；基岩水井钻孔口径宜比井管外径大 40 mm~60 mm。

5.1.3 孔深

钻孔深度以钻孔地质设计为准。每钻进 100 m、换径、终孔及下管前，均需用钢卷尺测量校正孔深。孔深允许误差为 2 ‰，超差者应以校正测量数据为准。

5.1.4 孔斜

每钻进 50 m、换径、终孔或扩孔结束，应测量顶角弯曲度。钻孔顶角允许弯曲度每 100 m 不得超过 1.5°，并按照孔深递增计算。

5.1.5 含水层（组、段）划分

5.1.5.1 松散层钻孔

按照含水层层组及主要含水层、潜水和承压水等不同类型划分；按照咸、淡水垂向分布深度、地下水污染界面或水质类型差别较大的含水层划分。

5.1.5.2 基岩钻孔

按照分层抽水或监测目的层划分；按照地下水不同类型划分或不同岩性和地层层系划分。

5.2 成井

5.2.1 成井类型与结构

5.2.1.1 按地层特征可分为松散层水井和基岩水井。

5.2.1.2 成井结构参照 DZ/T 0148-2014 中 4.4 的有关规定执行。典型孔（井）身结构包括一径成井和多径成井，常用井身结构参见附录 A。

5.2.2 井管安装

- 5.2.2.1 填砾水下管前应进行冲孔换浆和测井，排除孔内沉渣，将孔内冲洗液粘度降低至 18 s 内，密度宜小于 1.10 g/cm^3 。
- 5.2.2.2 井管弯曲度小于 1 mm/m ，内壁应光滑、圆直，并满足洗井和安装止水装置、抽水设备的要求。
- 5.2.2.3 下管前应根据井管结构设计配置井管，对井管逐根丈量、记录、编号，确保下管深度和过滤管安装位置准确无误。
- 5.2.2.4 井管采用丝扣或焊接连接时，丝扣对正拧紧，焊接牢固无砂眼。井管柱轴线一致，接头处无渗漏。
- 5.2.2.5 过滤管安装位置上下偏差不超过 300 mm 。填砾水井井管柱每 30 m 设置扶正器，扶正器外径宜比钻孔直径小 $30 \text{ mm} \sim 50 \text{ mm}$ 。
- 5.2.2.6 井管安装方法参照 GB 50296-2014 中 7.4 的有关规定执行。

5.2.3 填砾

填砾方法、砾料质量及砾径参照 DZ/T 0148-2014 中 13.6 的有关规定执行。

5.2.4 管外止水

一般为永久性止水，止水部位应选择在隔水性好、能准确分层或换径部位。

5.2.5 洗井

5.2.5.1 洗井方法

根据水文水井类型、成井工艺、水文地质条件等确定洗井方法和洗井时间，按照一定顺序分层（组、段）洗井。在同一孔（井）中，宜采用两种以上方法联合洗井，常用洗井方法参见附录 B。

5.2.5.2 洗井操作要求

洗井操作要求应按照 DZ/T 0148-2014 中 13.8 的有关规定执行。

5.2.5.3 洗井质量

洗井质量应符合以下要求：

- 洗井结束后，含砂量小于 $1/200000$ （体积比）；
- 浊度小于或等于 10 TNU ；
- 试验抽水出水量应满足设计要求或连续两次抽水单位出水量之差小于 10% ；
- 井底沉淀物厚度不大于井深的 5% 。

6 分层止水

6.1 一般要求

- 6.1.1 按照分层抽水含水层（组、段）划分，止水部位应选择在良好隔水层处，隔水层厚度不应小于 5 m 。
- 6.1.2 一般包括管外止水和管内止水，管内止水位置应与管外止水位置对应一致。
- 6.1.3 选择的止水材料或止水装置应满足隔水性能良好、无毒、不污染水质、达到使用寿命等要求。
- 6.1.4 采用气囊封隔器、压缩橡胶塞封隔器等止水装置止水时，使用前应对其密封和止水性能进行检验。下入止水装置前，应先进行探孔。

6.2 管外分层止水

6.2.1 止水方法

松散层水井一般采用分层回填黏土球的永久性止水方法。基岩水井一般采用水泥固井或在井管外侧设置止水材料进行止水。其中水泥固井主要用于基岩水井表层套管永久性止水，海带、膨胀橡胶、橡胶伞等止水材料主要用于隔离各目的含水层的临时止水。

6.2.2 黏土球止水

黏土球直径20 mm~40 mm，止水部位黏土球厚度宜大于100 mm，高度宜大于5 m。

6.2.3 固井水泥止水

固井水泥选用普通硅酸盐水泥或硫铝酸盐水泥，标号不低于P.042.5，水泥浆密度 $1.60\text{ g/cm}^3\sim 1.85\text{ g/cm}^3$ 。固井水泥浆应返出地表，候凝时间应大于初凝时间。

6.2.4 海带止水

宜将海带编成密实辫状，缠绕、固定在止水托盘中间，止水海带有效高度大于0.5 m，缠绕直径宜小于钻孔直径6 mm~10 mm。

6.2.5 膨胀橡胶止水

将膨胀橡胶缠绕在井管上，形成带状或筒状橡胶圈，缠绕2~4组，外径比孔径小5 mm~8 mm，两端设置限胀环固定在井管上。

6.2.6 橡胶伞止水

宜在止水位置相应的井管段设置2~4组，每组不少于2个，橡胶伞直径比孔径大6 mm~12 mm，可与海带、膨胀橡胶、水泥浆等止水材料配合使用。

6.3 管内分层止水

6.3.1 止水方法

一般采用遇水膨胀材料（海带、膨胀橡胶等）、封隔器（气囊式、压缩橡胶塞式、自封式等）等临时止水方法。常用止水方法、止水装置、规格及适用范围参见附录C。

6.3.2 海带止水

适用于上下两层变径水井，用前将海带浸湿阴干缠绕在止水中心管上，直径比井管内径小6 mm~10 mm，两侧设置托盘和压盘，下入井内变径处被压缩后遇水膨胀止水，海带有效高度不小于0.5 m。

6.3.3 膨胀橡胶止水

适用于一径或变径水井，使用时在止水中心管上下两端设置限胀环，在限胀环之间缠绕2~4组膨胀橡胶，形成高度不小于0.5 m的带状或筒状橡胶圈，外径比井管内径小6 mm~8 mm。

6.3.4 气囊封隔器止水

适用于300 m以内的一径管井，通过充气设备向井下气囊充气膨胀密封止水；采用1个或2个气囊封隔器隔离抽水目的层顶板、底板或顶底板，气囊止水有效长度不小于0.5 m，气囊直径比井管内径小20

mm~30 mm, 充气压力宜比静水压力大0.3 MPa以上, 抽水试验时抽水设备放置在目的层且气囊充气压力保持稳定。

6.3.5 压缩橡胶塞封隔器止水

适用于1000 m以内一径或变径水井。橡胶塞安装在止水中心管上, 在推力和重力压缩作用下, 橡胶塞径向膨胀止水。橡胶塞外径比井管内径小6 mm~10 mm。

6.3.6 自封式皮碗封隔器止水

适用于外径127 mm~244.5 mm石油套管水井止水, 主要依靠皮碗与套管的过盈接触来达到封隔止水目的。皮碗外径比井管内径大4 mm~5 mm。

6.3.7 双 packer 系统止水

适用于1800 m以内深度水井管内止水, 水井口径150 mm~325 mm, 水位埋深小于300 m。将Packer系统两个Packer分别放置在水井中目的层的上部和下部, 利用高压氮气使两个Packer充气, 膨胀的Packer与井壁紧密接触封闭止水。

6.4 止水效果检验

6.4.1 管外止水检验

采用水位压差法、泵压法、食盐扩散法检验, 参照DZ/T 0148-2014中13.7.4的有关要求执行。

6.4.2 管内止水检验

采用自动水位监测仪、旁侧管法检验, 分层抽水时相邻含水层水位波动幅度不超过5 cm, 则止水有效。

7 分层抽水

7.1 安装方式

依据孔(井)身结构、地下水水头高度及抽水设备安装位置分为两种安装方式。

7.2 抽水设备安装在目的层

7.2.1 适用于井管外径为127 mm~325 mm, 孔(井)深不宜超过300 m。

7.2.2 可采用海带、膨胀橡胶、气囊封隔器、自封式皮碗封隔器等止水。

7.2.3 止水封隔器安装在抽水目的层上下隔水层位置, 抽水设备安装安装在目的层滤水管段位置, 分为下、中、上三种安装方式, 参见附录D中D.1。

7.2.4 自动水位监测仪安装在目的层和非目的层, 实时记录、传输水位和水温变化情况、检验止水效果。

7.3 抽水设备安装在非目的层

7.3.1 适用井管外径为127 mm~273 mm, 孔(井)深不宜超过1800 m。

7.3.2 可采用压缩橡胶塞封隔器、气囊封隔器、自封式皮碗封隔器、双 packer 系统等止水。

7.3.3 采用压缩橡胶塞封隔器止水, 下管时应在管内设置止水座环(内台阶), 利用钻杆将止水装置送入管内预定位置, 在止水座环推力和重力作用下压缩止水胶塞, 实现封隔止水。地下水由滤水管、导水管道进入下泵段, 安装抽水设备进行抽水试验, 参见附录D中D.2。

7.3.4 采用气囊封隔器、双 packer 系统止水，止水封隔器安装在抽水目的层上下隔水层位置，抽水设备安装在泵室管内，参见附录 D 中 D.3。

7.3.5 止水装置、抽水设备安装完成后，检验确认抽水设备运转、数据传送、止水效果可靠后开始抽水。

7.4 解封

7.4.1 抽水结束后，采用海带、膨胀橡胶、自封式皮碗封隔器等止水的可直接上提解封。

7.4.2 采用气囊封隔器止水的放气泄压解封。

7.4.3 采用压缩橡胶塞封隔器止水的，下入钻具打捞止水装置上提解封。

附录 A

(资料性)
水文水井常用孔(井)身结构

表 A.1 给出了水文水井常用孔(井)身结构。

表 A.1 水文水井常用孔(井)身结构

水井类型	含水层类型		井深(m)	滤水管类型	钻孔孔径(mm)	井管外径(mm)	井管类别、材质	备注
松散层水井	松散地层 孔隙水(卵砾石、粉砂、细砂、中砂、粗砂)		小于300	桥式滤、 圆孔缠丝、 贴砾滤水管	525~630	325	螺旋钢板卷管、直缝钢板卷管、无缝钢管	一径成井
					480~580	273		
					450~525	245、219		
					350~450	168、146、127		
			小于600	圆孔缠丝、 贴砾滤水管	625/480	325/273(245、219)		
					580/450	273/245(219、168)		
基岩水井	覆盖层	填砾	小于1800	圆孔缠丝、 条缝式	444.5/400、350	339.7/325、273	石油套管、 钢管	多径成井
	破碎带、溶洞				525~630	325、273		
	地层较完整				311.1/244.5	273、244.5/219、177.8		
					215.9、152.4			

附 录 B
(资料性)
水文水井常用洗井方法

表 B.1 给出了常用洗井方法。

表 B.1 常用洗井方法

水文水井类型	洗井方法
松散层填砾水井	a.化学方法(焦磷酸钠或其他磷酸盐)洗井 b.活塞洗井(或液态二氧化碳洗井) c.空压机震荡、排渣洗井 d.泵抽洗井
基岩水井	a.冲孔洗井 b.空压机震荡、排渣洗井 c.活塞洗井(或液态二氧化碳洗井) d.盐酸洗井 e.泵抽洗井

附录 C
(资料性)

水文水井常用止水方法及止水装置

表 C.1 给出了常用止水方法及止水装置。

表 C.1 常用止水方法及止水装置

止水方法	名称	止水材料、装置构成	规格型号	适用井深范围及条件
遇水膨胀材料止水	海带止水	海带、止水压盘等	$\Phi 168 \sim \Phi 325$	适用于水井深度 300 m 以内变径水井 2 层分层抽水试验管内止水, 水井直径 168 mm~325 mm。
	膨胀橡胶止水	膨胀橡胶、限胀环、泵室管等	$\Phi 168 \sim \Phi 325$	适用于水井深度 300 m 以内变径水井多层分层抽水试验管内止水, 水井直径 168 mm~325 mm。
封隔器止水	双 packer 系统	止水柱塞、中心管、高压气瓶、不锈钢软管、绞车、泵室管等	$\Phi 140$ 、 $\Phi 180$	适用于水井深度 1800 m 以内水井多层分层抽水试验管内止水, 水井直径 150 mm~325 mm 要求水位埋深小于 300 m, 下泵段直径大于 150 mm
	气囊封隔器止水	气囊封隔器、中心管、高压气瓶、高压气线等	$\Phi 127$ 、 $\Phi 158$ 、 $\Phi 180$ 、 $\Phi 195$ 、 $\Phi 230$	适用于水井深度 1000 m 以内水井一径或变径多层分层抽水试验管内止水, 水井直径 127 mm~325 mm。
	压缩橡胶塞封隔器止水	橡胶塞、止水托盘(压盘)中心管、伸缩器、管内止水座环等	$\Phi 168 \sim \Phi 273$	适用于水井深度 1000 m 以内一径或变径水井多层分层抽水试验管内止水, 水井直径 168 mm~325 mm。
	自封式皮碗封隔器止水	橡胶皮碗、中心管、刚体、泵室管等	Z331/114(152、178、219、244.5)	适用于水井深度 600 m 以内、外径 127 mm~244.5 mm 石油套管、无缝管管内止水。

附录 D
(资料性)
分层抽水止水安装示意图

D.1 抽水设备安装于目的层示意图

图 D.1 给出了在分层抽水止水中抽水设备安装于目的层示意图。

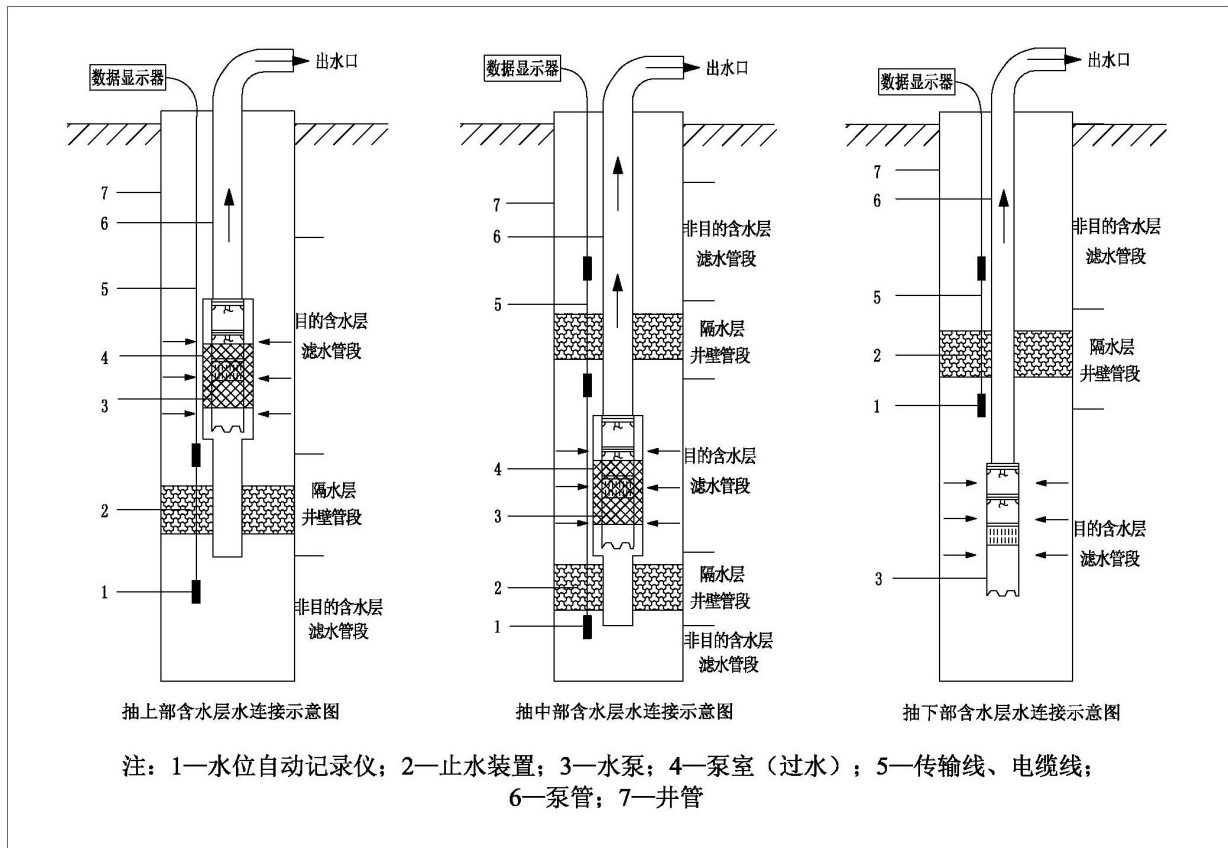


图 D.1 抽水设备安装于目的层示意图

D.2 抽水设备安装于非目的层示意图

图 D.2 给出了在分层抽水止水系统中抽水设备安装于非目的层示意图。

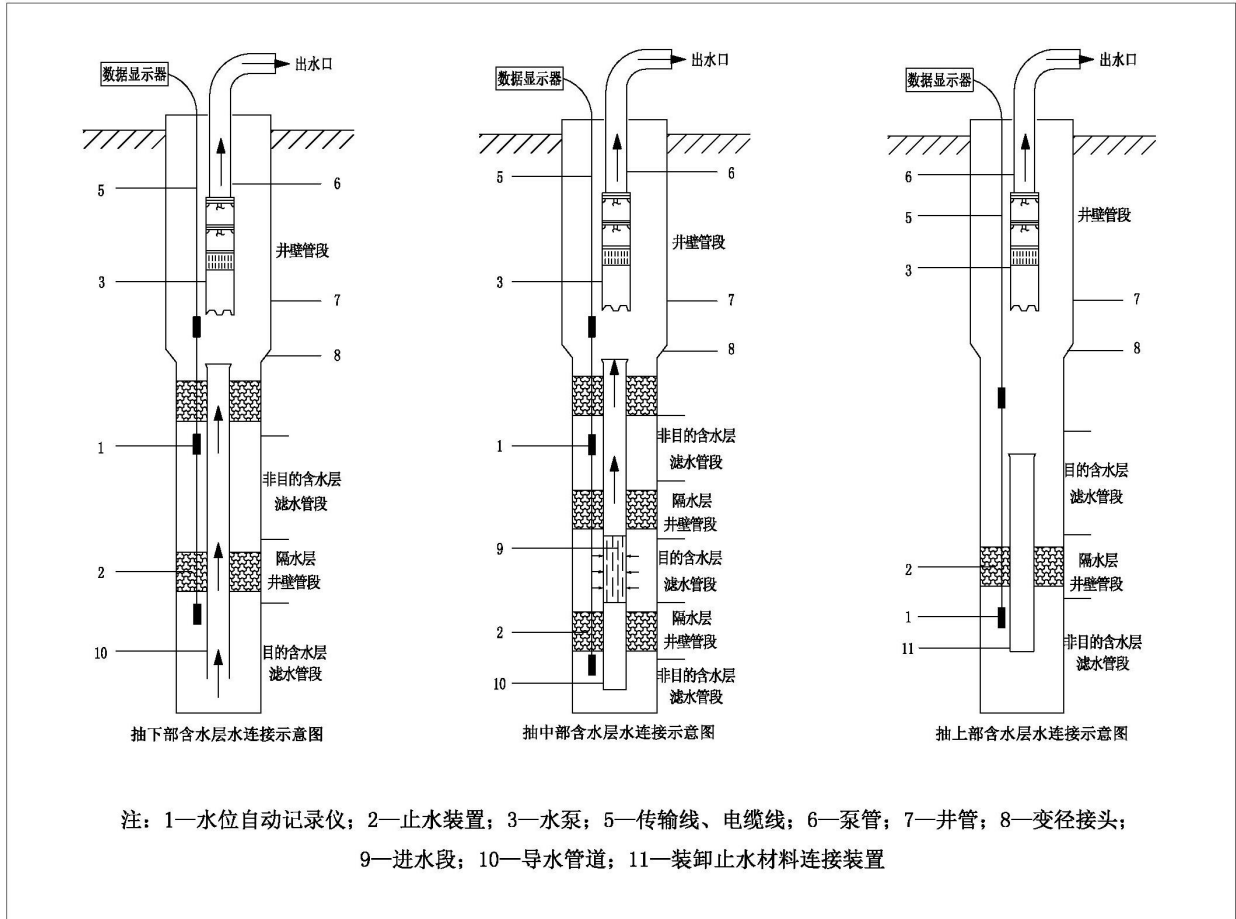


图 D.2 抽水设备安装于非目的层示意图

D.3 双 packer 系统止水装置安装示意图

图 D.3 给出了在分层抽水止水中双 packer 系统止水装置安装示意图。

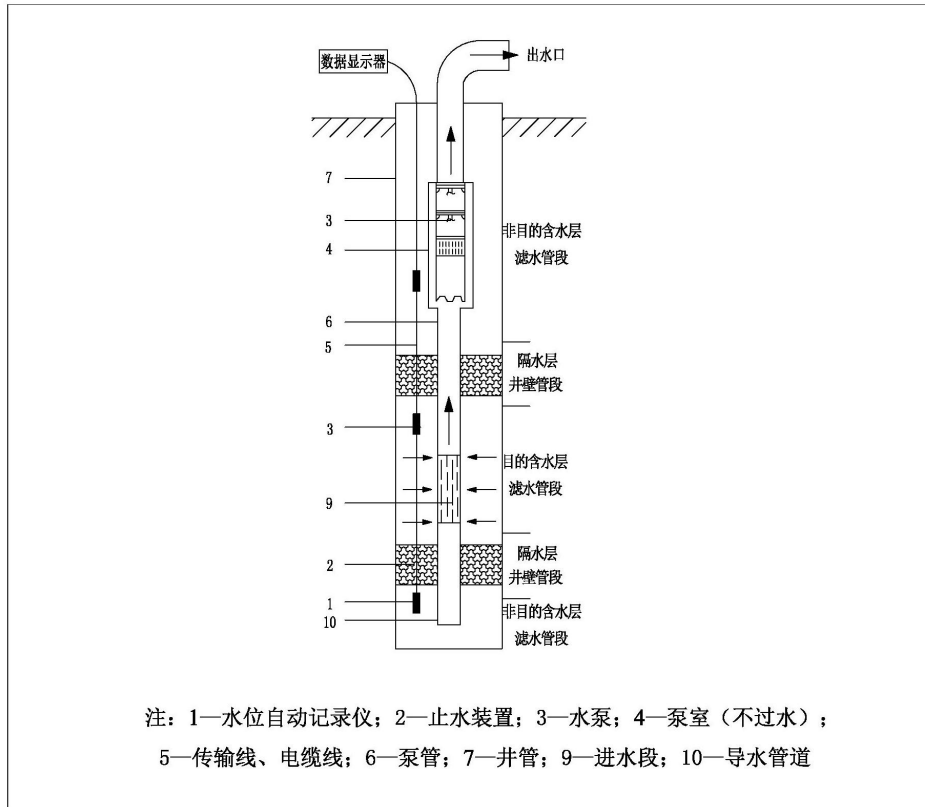


图 D.3 双 packer 系统止水装置安装示意图

参 考 文 献

- [1] 中国地质调查局编组.水文地质手册（第二版）.[M].北京：地质出版社，2012.
- [2] 钻探工程名词术语[S].国家标准局，1988.
- [3] 水文地质术语[S].国家技术监督局，1993.
- [4] 供水水文地质勘察规范[S].中华人民共和国质量监督检验检疫总局和中华人民共和国建设部联合发布，2001.
- [5] 机井技术规范[S].中华人民共和国住房和城乡建设部和中华人民共和国质量监督检验检疫总局联合发布，2010.
- [6] 邓德龙，鲍立新等.单井分层抽水试验井结构与成井工艺[J].东北水利水电，2019，01.
- [7] 和新，郝国利等.水文地质孔分层抽水装置的研制[J].地质装备，2021，08.
- [8] 郝国利，于建丛等.新型分层抽水管内止水装置的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程)，2017，03.
- [9] 刘海涛，郭旭飞等.单孔多层抽水试验综合止水技术实践[J].陕西煤炭，2021，01.
- [10] 张云峰，孙增兵等.单孔分层抽水法的改进及在准东煤田的应用[J].煤田地质与勘探，2016，03.
- [11] 杨建新，刘王新等.同径止水分层抽水孔的结构设计与实践[J].水文地质与工程地质，1996，04.
- [12] 李海学，程旭学等.分层抽水在大厚度含水层水文地质勘查中的应用[J].水文地质与工程地质，2020，05.
- [13] 万亿，韩柳.基于胶塞法的一孔多层抽水试验分层止水技术及应用[J].地下水，2016，03.
- [14] 李晓龙，董书宁等.利用单井进行多含水层分层抽水试验的方法[J].煤矿安全，2020，02.
- [15] 王淑梅，刘殿春等.分层抽水在大厚度含水层水文地质勘查中的应用[J].煤炭技术，2007，08.
- [16] 杨联峰，段云星.新型同径分层止水工艺在地热探采深井的应用[J].钻探工程，2021，08.

