

供水井

指南



供发展中国家使用

第三版

“不卫生用水致人死亡的案例，
远甚于包括战争在内的一
切暴力形式。”

- 联合国秘书长潘基文

“饮用水供水井钻井和水泵安装服
务，一旦正确地开展，便可在发展
中国家延长平均寿命和提高生活质
量方面比所有的医生更能发挥作
用。”

- 匿名人士

供水井
指南
供发展中国家
使用
第三版

2014 年 8 月

主要作者和编辑:

Stephen J. Schneider, BSME, MGWC
steve@schneiderwater.com

版权所有 © 2014 by Stephen J. Schneider

保留所有权利。未经 Stephen J. Schneider 事先书面同意，本书的任何部分不得进行使用或复制、存储在检索系统中，或以任何形式或以任何方式（电子、机械、复印、记录或其他方式）进行传播。

ISBN 978-0-9884685-3-5

鸣谢

下面提供的意见或支持促进了这些指导准则的制定：

组织机构-

Allegra Print & Imaging

美国水资源协会

Gregg Drilling & Testing, Inc.—John Gregg, President, BSGE

拉夫堡大学 WEDC

Moody's of Dayton, Inc.

美国国家地下水协会

美国地下水研究和教育基金会

农村供水管网

Schneider Equipment, Inc. / Schneider Water Services

俄克拉何马州大学水资源中心

个人-

Keg Alexander

Art Becker, CPG, MGWC

Michael E Campana 博士

Kamran N. Choudhri

Kyle Doran

Lloyd Duplantis

Rodrigo Estrada

Scott Fowler, CWD/PI

Jaime Gallardo

Matt Hangen

Kyle Hoover

David K. Kreamer 博士

Osear Larrea

Dany Lopez

Larry Martin, 水文地质工作者

Sandy Masters

Christopher McKeand

Jennifer Michel

Alex Mora

Sunny Pannu

Rachel Paulson

Gonzalo Pulido

Lynn Bartholomew

Jessica Bentz

Lawrence Cerrillo, CPG

Kerstin Danert 博士

Stephen Douglas

Martha Espinoza

Emmanuel Evans

Trisha Freeman

Kevin Gill

John W. Henrich, MGWC

Raul Ibarra

Michael Langer

W. Richard, Laton 博士, PG, CHG, CPG

Michael Maldonado

Darwin Martinez

Kevin McCray, CAE

Daniel T. Meyer, MGWC

Evan Miles

Bwire S. Ojiambo 博士

Michael Paulson

John Pitz

Ron Reed

Gabriel Sabogal	David A. Sabatini 博士, PE
Manuel Salamanca	Jennifer Schneider
Karen T. Schneider, RN, MSN	Kriss D. Schneider
Miriam E. Schneider, RN, MSN	Ronnie K. Schneider, MS, ME
Robert Schultz	Stephen E. Silliman 博士
Floyd Sippel	Stuart Smith, CGWP
Daniel Stephens	Ralph Taylor Jr., CWD
Keith Thompson	Therese Ure
Vincent Uhl, CPG, CPH	Albino Vasquez
Ingrid Verstraeten	Eduardo Villarreal
Mary Waldo 博士	Jayne Whinnery, BSME
Tami Wolfe	Lei Yang 博士, PE

照片/图片：

美国地下水研究和教育基金会

Robert Wright, Orthodox Presbyterian Uganda Mission

Pedro J. de Velasco R. S.J.

Luis Antonio Domínguez Hernández

W. Richard Laton 博士, PG, CHG, CPG

谷歌图片

Stephen J. Schneider, BSME, MGWC

美国地质学会

除了提交众多会议进行讨论或使用，准则草稿还分发给数千人阅览（请参见前言）。主要作者认识到还有其他人提供了意见和评论，但是名字没有在所有活动中记录下来。他真诚地向他无意中未列或误列的任何个人或团体致歉。

特别鸣谢 -

我的妻子 Miriam - 她的热情支持、意见和信念确保了这些准则的第一版和随后版本的完成。

Luis G. Verplancken, S.J. (已故)，那些继续支持他真知灼见的人们，以及他们服务的塔拉胡马拉族人 - 他们不断激励着我。

Stephen J. Schneider, 主要作者和编辑
 steve@schneiderwater.com

前言

基于在发展中国家工作人士的情况介绍，在 2008 年美国国家地下水协会 (NGWA) 博览会上提出了关于标准进一步讨论的必要性。这一讨论促成了与在发展中国家使用的供水井及井口附属设备相关的指导准则（原简称为“标准”）草案的制定。

在 2009 年 6 月巴拿马州巴拿马城召开的全美地下水会议上，首次公布了初稿以征求意见，其中提出的概念和草案引起了各方的高度关注。

随后草案被提交以下会议进行审议和征求意见：

- 2009 年 10 月在俄克拉何马州诺曼市俄克拉何马大学举行的国际水资源会议
- 2009 年 12 月在路易斯安那州新奥尔良市举行的美国国家地下水协会博览会
- 2010 年 11 月宾夕法尼亚州费城举行的美国水资源协会 (AWRA) 年度会议。

通过这些会议并借助电子邮件列表、网上发帖以及其他讨论/评论等形式，收集到了相当多的国内和国际意见。其成果形成的文件以及第一版于 2011 年 10 月出版，并且在 2011 年俄克拉何马州诺曼市国际水资源会议上第一次发布。

第一版引起了热烈反响。基于许多随后提供的建设性意见编制了第二版（2012 年）。特别是 2013 年肯尼亚纳库鲁第 36 届 WEDC 国际会议收集了更多的意见和见解，推出了第三版。我们希望并预期这些意见和建议将继续得以提供，这将推动进一步的改进。这些水井指导准则旨在为那些在发展中国家从事地下水系统相关工作的人员提供支持。该文件可用作教学、参考和管理工具，特别是为那些在发展中国家密切参与提升水量和水质工作的人员而专门编写的。

由政府和非政府组织 (NGO)，特别是那些在发展中国家参与提升饮用水的质量和数量的人员进行宣传推广，是值得鼓励的做法。

目录

1 目的和用途	1
2 地下水可用状况	4
3 成本效益	5
4 定义	6
5 水井位置	9
6 钻井方法	11
7 钻井用品	12
8 水井环空表面密封	3
9 混合与渗漏	27
10 套管和衬管	27
11 其他水井材料	33
12 垂直和对齐	33
13 水井开发	34
14 外表面完工	34
15 消毒	35
16 测试	37
17 水井报废	40
18 记录文件	42
19 人员安全	47
附录 I-过滤填充材料的设计	48
附录 II-水井设计的优点和缺点	52
参考资料和相关资源	54
关于主要作者和编辑的简介	55

1 目的与用途

这些指导准则被认为是对地下水资源以及开发和使用资源人员的健康和安全的基本保护的最低要求。这些指导准则旨在解决与基本供水井施工、抽水设备和维护相关的问题。除了含水层储水井（注水井）和取水井之外，供水井还包括专为家庭、市政、社区、工业、商业、灌溉和/或畜牧供水用途而设计的水井。

我们建议将这些准则用作教育和培训工具，以及作为开展工作人员的日常现场指导准则。这些准则也可以被用作在没有制定标准或标准非常有限的地区建立国家、地区或地方标准的基础。第 54 页的第 4 节参考资料即是一项水井标准的示例。在采购或施工文件和水利慈善协议方面，这些准则也可能发挥建立规范的作用。

本文件并不旨在包括或限制所有的工作方式、方法和设计（适当的特殊情况下除外）。其由负责施工的人员来确定适当的方式、方法和设计。不管怎样，如果对这种类型水井施工的适当性没有达成强烈的共识，这些准则就不建议人工挖掘或开凿水井。人工挖掘或开凿水井会引起对此类水井施工、维护和使用在安全性方面的高度关注。此外，除非没有合理的替代方案，否则使用挖井技术构建和维护无有害病原体的卫生供给很难在实践中达到。在这些情况下，这应该被视为一种初步的或临时的做法，除非此类水井按照本文来建造。

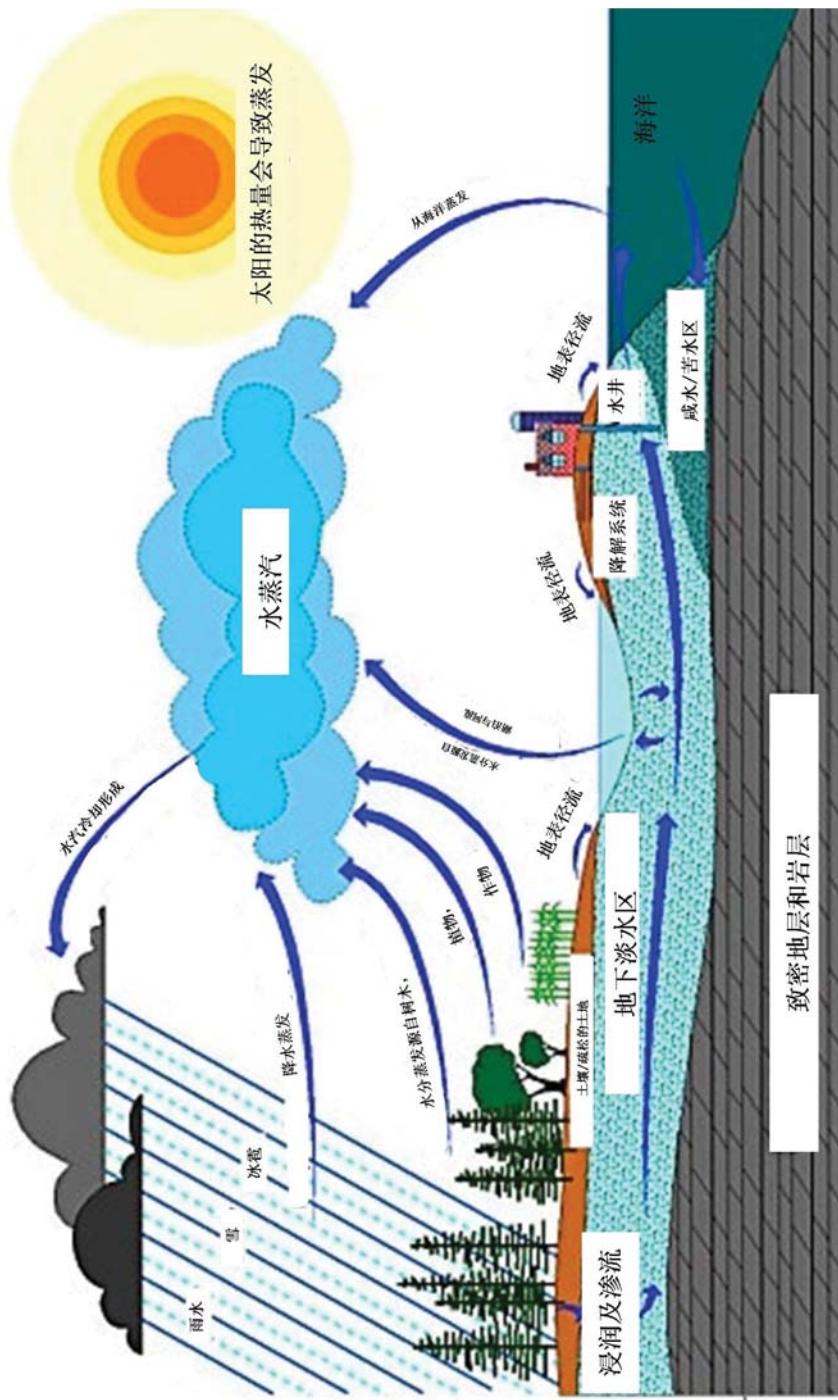
水井施工不适合由业余人员来开展。我们始终推荐，尽可能安排具备适当技能并且声誉良好的当地个人、公司或机构来开展本文所述的工作。但是，当此类个人或单位无法到位时，这些准则可以用来协助当地居民进行培训，从而成为训练有素的服务提供者。其也应该提供给那些使用地下水供应系统的人员，作为指导准则以促进地下水资源长期得到安全卫生的使用和保护。

如果还有由其他机构实施的有效标准、规定或法律，则每一项要求更严格的标准都应该得以遵守。这些准则并非旨在取代任何当地、市、省、国家或其他法律或标准；这些准则是作为此类法律或标准的补充，或在其缺位的情况下，作为要考虑的最低标准。每个国家的每个地区的所有许可、准许、建造，及其他适用的法律都应该得到遵守。

这些准则的制定更多地是采用了建议性而非强制性措辞。例如，你会发现大多数的要求中都使用了“应该”一词。这是因为，在许多农村欠发达地区，本文所述材料的可用性或满足要求所需的成本对于贫困地区而言是达不到的。如果需要将这些准则用作一项强制性的规定，则会使用替代词“应当”或“必须”而非“应该”。请参见第 4、7、8 节的定义。如果要获得使用强制性语言的版本，请与主要作者联系。

水循环

图 1

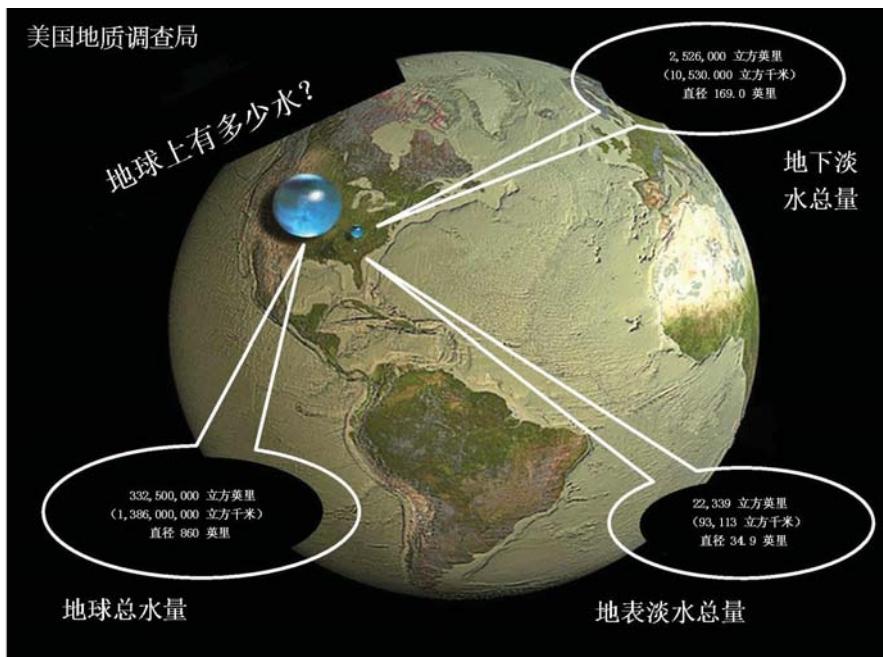


2 地下水可用状况

如同水循环所示（图 1），水属于终年运动的物质。我们所处地球的今日储水量与昨天一样，并且明天也不会改变。即使人们不断引流、使用以及改变其性状，水仍然会被大自然轻而易举地回收。土地往往是地球上大部分淡水的一种天然过滤器，尤其会过滤掉大部分有害的病原体。

地球上大部分的液态水属于咸水；整个星球上的淡水只占总水量的不到 1%（图 2）。但是，在地球上所有的淡水当中，人们可能会惊奇地发现，地下淡水的总量超过了地表淡水的 100 倍。地表水往往含有有害病菌或化学物质，随着其供应的枯竭，地下水作为未来安全饮用水的供应来源承载着我们的希望。

图 2



3 成本效益

J. Whinnery 于 2012 年（请参见第 54 页第 6 节参考资料）研发了一种成本效益分析法 (CBA)，其将正确完工的水井与低质量完工的水井进行了成本和效益的对比。CBA 得出的结论包括：

- 正确建造、运营和维护的水井系统，其效益是成本的近 40 倍。
- 仅仅是实施运营和维护 (O&M) 计划就可以多实现约 5 倍以上的净效益。
- 当地水质差的水井不应被视为可以接受。

此类水井的建造会导致负的净效益，也就是说，成本比效益更高（成本效益比小于 1）。

- 与较差的水井相比，正确建造的水井的净效益将至少是其 3 倍以上。

如果较差水井的水质也受到安全威胁，则其效益更会大打折扣。

- 导致地下水污染或含水层破坏的劣质施工不应被认为是可以接受的。

虽然在 CBA 中未具体分析，但是可以推断，降低含水层质量或导致含水层压力水头（例如，含水层混入异物或自流压力不受控制）受损的施工，将产生负面影响，除了增加补救或缓解成本外，还会降低规模效益。这些负面影响肯定会导致负的净效益。

4 定义

含水层 — 一种地质地层，包含湿润的和可渗透的材料能够透析出足够的水资源供应水井或泉水的复合地层或地层的一部分，并且其包含的水资源在压力水头、化学性和温度方面都是相似的。

环空 — 套管或衬管的外径与井壁或另一个套管或衬管的内径之间的空间。它与环形空间是同一概念。

自流含水层 — 一种承压含水层，其中地下水上升至其第一次相遇的水平面，无论水是否在陆地表流动。

回填料 — 填充或遗留在水井或其环空部分区域的无机材料，其不是密封材料、过滤填充材料或地层稳定材料。它可以被用于提供一种临时或永久支持，用于水井入口组件、衬管或套管、过滤填充材料或地层稳定材料，或密封材料。回填料还可以用作屏障，以防止流体密封材料在凝固之前发生意外的位移。

套管 — 用作水井永久组成部分的管道，其会露出地面之上，周围装配有环空密封。水井的套管可能有多种直径并且通过焊接、螺纹、注浆连接不同的尺寸，或使用最小 2 米（6 英尺）的接口，前提是接口高于静水位。

混合 — 由于重力流或自流压力，水井中地下水的流动或渗漏（例如，套管、衬管、滤网、井眼和/或环空）从一个含水层到另一个含水层。

胶结地层 — 通过天然的岩石形成过程，已固化和压实的材料。其包括但不限于，玄武岩、砂岩、泥岩、页岩、石灰石、白云石和花岗岩。

钻井流体 — 在水井施工期间，向下用于井眼的水、空气、或泥浆（有或没有添加剂）。钻井流体的功能包括：井眼稳定、携带或暂时支撑钻屑、冷却钻头。

过滤填充料 — 放置在水井环形空间中的沙、砾石或人造材料（例如，玻璃珠），其介于井壁和水井进水口之间以控制通过水井进水口进入水井的地层材料。过滤填充料应该是干净、圆润、均匀的硅质材料。请参见附录。

地层稳定填充料 — 填充于水井环形空间中的沙或砾石，其介于井壁和水井进水口之间，以便为井眼提供临时或长期的支撑。地层稳定填充料的用途不是要控制通过水井进水口进入水井的地层材料。

砾石填充料 — 不太常用的一个术语。有时用作过滤填充料的同义词，或被认为是过滤填充料中的一种。它也被用于描述作为地层稳定填充料和/或回填料的砾石。

压力水头 — 由于压力使水上升的高度。压力水头通常以米（英尺）为单位。

衬管 — 水井中不属于水泵一部分的管道，但被用于排列在井壁上，以防止塌陷。环空密封材料不得置于衬管的周围。

可能 — 一种表达方式，用于表示一种建议的、可选的、非强制性的规范。

必须 — 一种表达方式，用于表示一种强制性的要求或义务，没有任何例外。

渗透性 — 地层透析水分的能力。

饮用水 — 足够安全供人饮用的水，短期或长期风险较低。

静水压面 — 一种假想面，表示限制在一个含水层的压力导致水井中水会上升到的高度。

应当 — 一种表达方式，用于表示一种强制性的要求或义务，没有任何例外。

应该 — 一种表达方式，用于表述只有在极端情况下才允许例外的要求或义务。

松散层 - 自然形成的、松散胶结或不良硬结的沉积物，包括粘土、沙、淤泥和砾石。

静水位 (SWL) — 不受抽取地下影响的水井中的水位。抽水的影响包括抽水停止后从其他水井、自流井和取水井的抽取。**SWL**通常以米（英尺）为单位，低于一个指定的点，例如套管的顶部或地表。对于自流井，它可以表示为压力（千帕 [psi]）或表面的压力水头。

导水系数 — 单位水力梯度下，通过一个单位的含水层宽度的透水率。

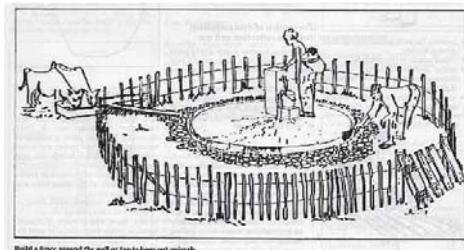
水井 — 任何人工孔洞或任何人为改变的自然孔洞，但是经过施工，借助其找到地下水，或者在自然压力下或通过人为抽取或注入而使地下水涌出。

水井进水口 — 设计用来让水进入水井的水井滤层或者射孔井段。

5 水井位置

每口水井应设在以下区域：

- 离人类废弃物处理区域（例如，化粪池、公共厕所）的任何部分至少 30 米（98 英尺），
- 离任何食品或相关废水处理区域（例如，厨房和/或洗衣水处理区域）至少 15 米（49 英尺），
- 离任何动物饲养管制区域、畜舍或粪便储存区至少 30 米（98 英尺），以及
- 离任何固体废弃物填埋场（转运站）或者化学或工业废弃物处理区域至少 150 米（492 英尺）。



请参见第 10 页的图 3。

此外，每口水井应位于符合以下条件的区域：

- 尽可能处于前述确认区域的上坡道（即，地表高程的较高处，或者如果地下水流动方向是已知的，则在地下水压力水头的较高位置），



进入水井的地表水。

水井应远离以下场所

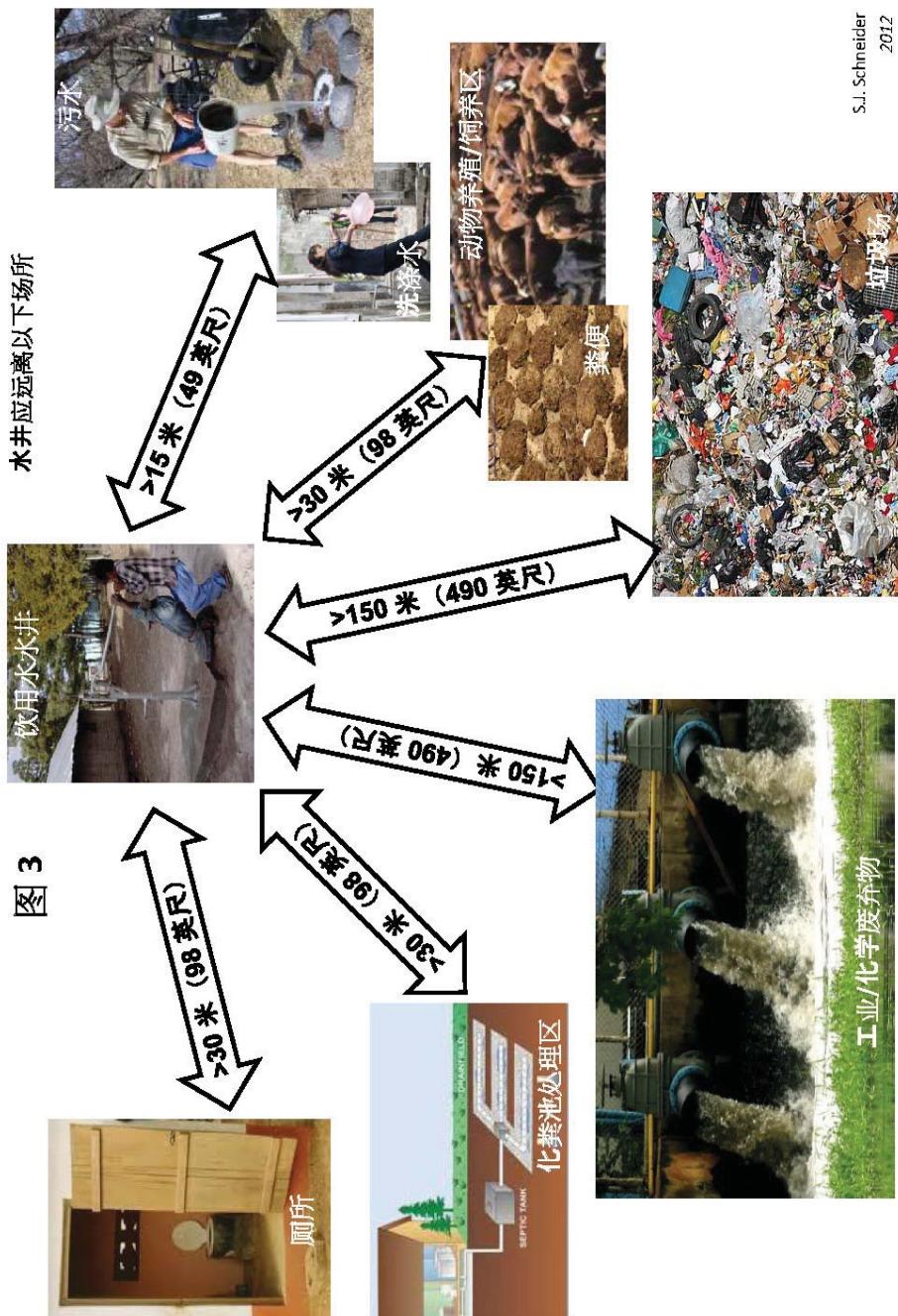


图 3

- 如果它也是个人用水的集散地，则应处于各受益者可以到达的合理位置，
- 进行保护使其免受野生动物、散养动物和牲畜的污染，
- 设在洪泛区和经常由于地表雨水排泄而易发生洪涝的地区之外（例如，如果建造的话，在没有此文规定的其他要求的情况下，则需是百年一遇的洪泛区），除非水井配有一比此文指定的更大的环空密封，并且其套管超出了已知的最高洪水位，
- 如果水井要连接到电动泵，则应接近电源，
- 对于将来的维修具有合理的便利性，以及
- 防止人为破坏。



6 钻井方法

有多种水井施工技术可供选择。使用的方法必须考虑到现有设备、人员技能、水井设计和地质构造。如果要了解更多相关详细信息，应聘用一位专业人员（例如，具有资质或其他有资格证的水井钻工、水文地质学家，或训练有素的工程师，其应具有经验丰富的水井建造技术和设计能力）以协助确定水井的设计、施工方法和设备选择。再次提示，这一工程不适合使用业余人员。今天使用的普通钻井方法包括：

- 顿钻钻井（冲击法） - 气流旋转 - 泥浆旋转
- 螺旋钻 - 反循环旋转

这些方法的调整和组合通常用于水井的建造。

大多数方法都使用了机器动力钻机；但是，应用上述一种或多种方法的人工钻井技术有时会在大多数适合松散层的地方被用于浅井的建造。人工钻井不应与人工挖掘或开凿水井混淆。人工钻井是指钻井操作（例如，旋转或升高与降低螺旋钻或钻头）由个人而不是机器进行的任何钻井方法。人工钻井要求工人要有良好的身体条件，并且需要在使用技术方面训练有素。

7 钻井用品

在水井施工的过程中污染物的引入始终是一个需要关注的问题。

在水井的施工中使用的水应该是饮用水。如果没有饮用水供给，则施工用水应在使用前消毒。水井应受到保护，阻挡地表径流在施工期间流入井内。



任何类型的有机材料不应被用作钻井流体的一部分或协助堵漏等。其中包括但不限于：

- 动物废弃物（例如，牛粪），
- 堆肥或含有根或其它植物的土壤，
- 坚果或果皮，
- 木制品，以及
- 石油制品。

如果遇到意外渗漏，可以购买惰性堵漏材料。惰性矿物集料也可很好地控制堵漏区。通常，钻井方法会需要调整（例如，使用一种钻井时推进套管的方法）。

8 水井环空表面密封

每口水井都必须有包围永久套管的环空表面密封，以防止表面浅污染物进入井内。如果含水层的顶部离地表面小于 5 米（16.4 英尺），则密封应扩展到离地表至少 5 米（16.4 英尺）或目标含水层的顶部。请注意，不超过 5 米（16.4 英尺）的浅含水层更容易出现污染，如果可能的话，要寻找更深的水源。

以下情况可能要求更大的密封深度：

- 防止混合（请参见第 27 页的第 9 节）
- 很好地控制水井中或地表承压含水层的渗漏情况，或
- 正确地阻止污染物进入水井。

除了上述之外，环空表面密封应延伸至少 1.5 米（16.4 英尺）进入位于下方 5 米（4.9 英尺）的一个非常低的渗透性地层（即，粘土、强岩层），如果存在的话。如果是在一个容易发生水浸的地区，这一点尤为 important。如果不存在低渗透性地层，则密封应符合前述的最小深度，并且也要向下延伸到静水位的顶部。正确的环空密封深度和设计往往取决于当地的地质构造。

环空表面密封是水井最重要的组成部分之一。（请参见图 4-9）

密封材料 — 密封材料必须不包含任何有机材料。密封材料应该具有非常低的渗透性。密封材料包括：

- **水泥灌浆**—硅酸盐水泥和水的混合，重量比例约为一份水两分水泥（例如，21.5 千克（47 磅）或 21.5 升（5.7 加仑）水配 43 公斤（94 磅）水泥）。
- **碎粒膨润土**—用于密封水井的商业包装的钠基膨润土碎粒。碎粒应为 1-2 厘米 ($\frac{3}{8}$ - $\frac{3}{4}$ 英寸) 标称尺寸。
- **混凝土**—硅酸盐水泥、水和集料的混合物。集料应该是干净的沙子和/或砾石。集料应小于 2.5 厘米（1 英寸）。以重量计的水泥含量至少为 15%。

如果上述密封材料都无法提供，则当地可用的产品应进行研究以获取最佳可用的材料来制成低孔隙率的无机材料，可适当地填充在环形空间，并且将不会出现可测量的收缩。钻井流体、钻屑，或它们的混合，不应被认为是可接受的密封材料。

表 1

环空密封区间的最小井眼直径

密封材料						
	水泥灌浆	水泥灌浆	水泥灌浆	碎粒膨润土	碎粒膨润土	碎粒膨润土
最小额外井眼直径 （大于套管或其他圆周形装置最大外接头、承口或其他圆周形装置最大外径的尺寸）	>4 厘米 (>1.6 英寸)	>8 厘米 (>3 英寸)	>4 厘米 (>1.6 英寸)	>8 厘米 (>3 英寸)	>8 厘米 (>3 英寸)	>8 厘米 (>3 英寸)
A. 地表下密封间隔的深度	<30 米 (98 英尺)	任意	任意	<30 米 (98 英尺)	<300 米 (980 英尺)	<300 米 (980 英尺)
B. 密封间隔中的水	不允许	允许	允许	不允许	不允许	不允许
C. 密封间隔中的钻井流体（泥浆）	不允许	允许	允许	不允许	不允许	不允许
D. 环空间中使用的灌浆管道	否	是	否	不适用	不适用	不适用
E. 通过打水泥塞或灌浆管道填充套管的接头、	否	否	是	不适用	不适用	不适用
F. 套管上使用的接头、承口或其他圆周形装置	允许	允许	允许	允许	不允许	允许

密封间隔的额外直径必须与选择的密封材料以及 A 到 F 的标准相兼容

密封材料的填充 — 必须构造一个大一些的井眼以容纳密封材料。套管应居中置于井眼中，以确保密封材料完全包围套管充满整个密封间隙。定心装置的类型和位置因所使用的密封材料、密封间隙的深度和密封填充的方法而有所不同。环形空间的大小取决于密封材料、密封深度、密封材料的填充方法、套管尺寸以及套管连接的类型（请参见第 15 页的表 1）：

- **水泥灌浆填充** — （请参见图 4-9）

⇒ 水泥灌浆可从地表通过浇注进行填充，前提是：

- ◆ 它不会通过积水或者泥水或泥浆等液态钻井液进行填充，
- ◆ 大一些的井眼直径至少比套管或其接头、承口或类似的圆周形装置（以较大者为准）的外径大 4 厘米（1.6 英寸），
并且
- ◆ 填充深度小于 30 米（98 英尺）。

⇒ 当水泥灌浆通过贯穿密封间隙底部回到表面的灌浆管（混凝土导管）进行泵送填充时，其可填充在静水或钻孔流体中，或深度大于 30 米（98 英尺）的位置。有以下两种方法可供选择：

1. 放置在环形空间中的灌浆管道。在泵送期间，管道应始终被淹没在泥浆中。灌浆填充完成后，灌浆管道应完全从环形空间中撤出。大一些的井眼直径应至少比套管或其接头、承口或其他圆周形装置（以较大者为准）的外径大 8 厘米（3 英寸）。

2. 放置在套管中的灌浆管道。此方法迫使水泥向上回到套管的外侧。有几种途径可以使用这种方法，其只能在适当培训后使用，并且允许可能发生的几种后果（例如，如果灌浆未返回开始之前的表面）。以这种方式密封在水井局部的过大井眼直径应至少比套管或其接头、承口或其他圆周形装置（以较大者为准）的外径大 4 厘米（1.6 英寸）。

- 碎粒膨润土填充—（请参见图 4-9）

⇒如果在环形空间中没有静水或液态钻井流体，则碎粒膨润土应按照如下方法填充：

- a. 钻出一个大一些的钻孔，其直径应至少比套管或其接头、承口或其他圆周形装置（以较大者为准）的外径大 8 厘米（3 英寸）。
- b. 以不超过每分钟 50 千克（110 磅）的控制速率从表面将碎粒膨润土进行浇注
- c. 填充期间定期强化密封材料的顶部，以确保其封实，
- d. 如果套管装有接头、承口或其他圆周形装置，则不要在深度大于 30 米（98 英尺）的位置填充，并且
- e. 如果使用不带圆周装置的水平连接套管，则不要在超过 300 米（980 英尺）的深度填充。

⇒如果有静水并且无钻井泥浆，则碎粒膨润土应按照如下方法填充：

- a. 钻出一个大一些的钻孔，其直径应至少比套管或其接头、承口或其他圆周形装置（以较大者为准）的外径大8厘米（3英寸）。
- b. 筛滤碎粒膨润土以去除灰尘和细的材料（其会通过让碎粒遍布约6毫米（ $\frac{1}{4}$ 英寸）网筛，形成半圆形有角度地朝着



初始水合作用前（左）、后（右）的碎粒膨润土。碎粒膨润土围绕着一个透明塑料管（用于演示目的）内的白色PVC套管。
碎粒由固体沉降器提供支撑。

水井环形空间，从而导致封不实），以控制浇注速率，以便碎粒的填充不超过每分钟 11 千克（24 磅），

- c. 如果套管装有接头、承口或其他圆周形装置，则不要在深度大于 15 米（49 英尺）的位置填充，并且
- d. 如果使用不带圆周装置的水平连接套管，则不要在超过 150 米（492 英尺）的深度填充。

⇒ 在干旱的环境中，填充在地表 5 米（16 英尺）范围内的碎粒膨润土应在填充后立即用干净无污染的水进行浸润。

⇒ 未经制造商的许可，碎粒膨润土不得被填充在有总溶解固体 (TDS) 超过 800 毫克每升（百万分之几）的水中。

- **混凝土填充—**（请参见图 4-9）

⇒ 混凝土不得填充到静水中，除非它可以通过一个水下灌浆管（混凝土导管）进行填充，这往往很难做到。

⇒ 如果密封间隙中没有水或其它流体，并且混凝土是从地表浇注，则较大的井眼直径应至少比套管或其接头、承口或其他圆周形装置（以较大者为准）的外径大 20 厘米（8 英寸）。

在环空密封填充的所有案例中，实际使用密封材料的量应足以填满环形空间密封体积为标准进行验证（请参见表 2）。

表 2 - 环形空间容积

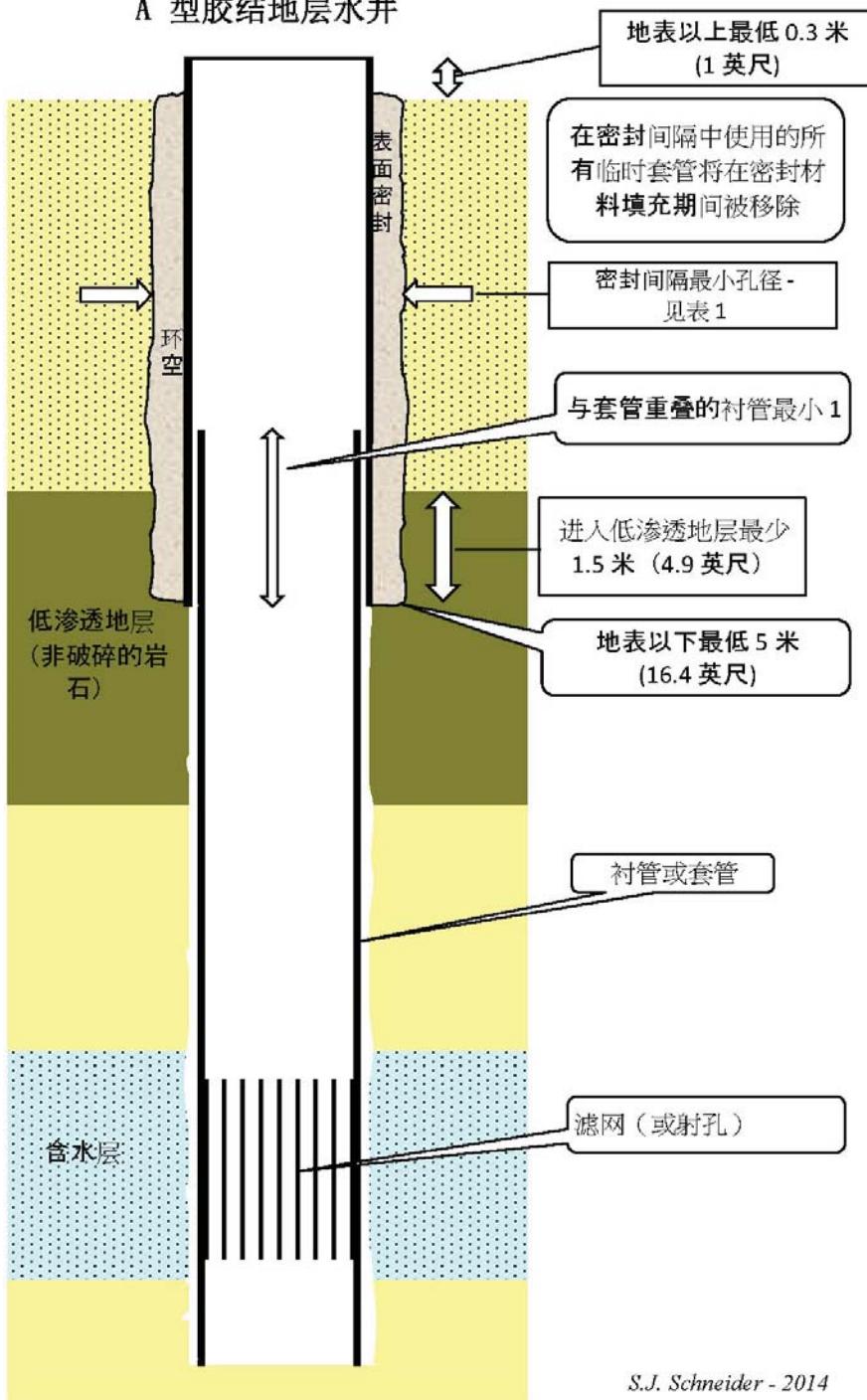
S.J. Schneider - 2012

ISO 单位 (公制)									
井眼直径 (厘米)	套管外径 (厘米)								
	5	10	12	15	20	25	30	35	40
5	1205 千克干法水泥/立方米水泥浆	1080 千克/立方米 膨润土碎粒:							
10	0.06	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
12	0.09	0.18	0.24	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63	0.71
15	0.16	0.30	0.40	0.53	0.69	0.85	1.02	1.18	1.34
20	0.29	0.54	0.72	0.93	1.19	1.47	1.75	2.03	2.31
25	0.47	0.88	1.14	1.44	1.79	2.14	2.50	2.86	3.21
30	0.69	1.33	1.71	2.12	2.51	2.91	3.31	3.71	4.10
35	0.94	1.85	2.31	2.79	3.24	3.71	4.16	4.59	5.00
40	1.24	2.18	2.71	3.24	3.71	4.24	4.77	5.27	5.73
45	1.57	2.51	3.12	3.71	4.24	4.77	5.27	5.73	6.21
50	1.94	2.85	3.43	4.02	4.59	5.11	5.63	6.15	6.63
60	2.81	4.34	5.40	6.25	7.19	8.05	8.87	9.63	10.39
75	4.40	6.34	8.28	10.25	12.19	14.05	15.87	17.65	19.40
90	5.90	8.63	11.33	14.05	16.79	19.40	22.05	24.63	27.13

英制单位									
井眼直径 (英寸)	套管外径 (英寸)								
	2	4	5	6	8	10	12	14	16
2	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
4	0.07	0.11	0.15	0.20	0.25	0.35	0.41	0.46	0.52
5	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
6	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
8	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
10	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
12	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
14	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
16	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
18	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
20	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
24	0.11	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.46	0.52	0.59
环形空间的容积 (立方英尺/米的深度)	(立方英尺/米的深度)								

图 4

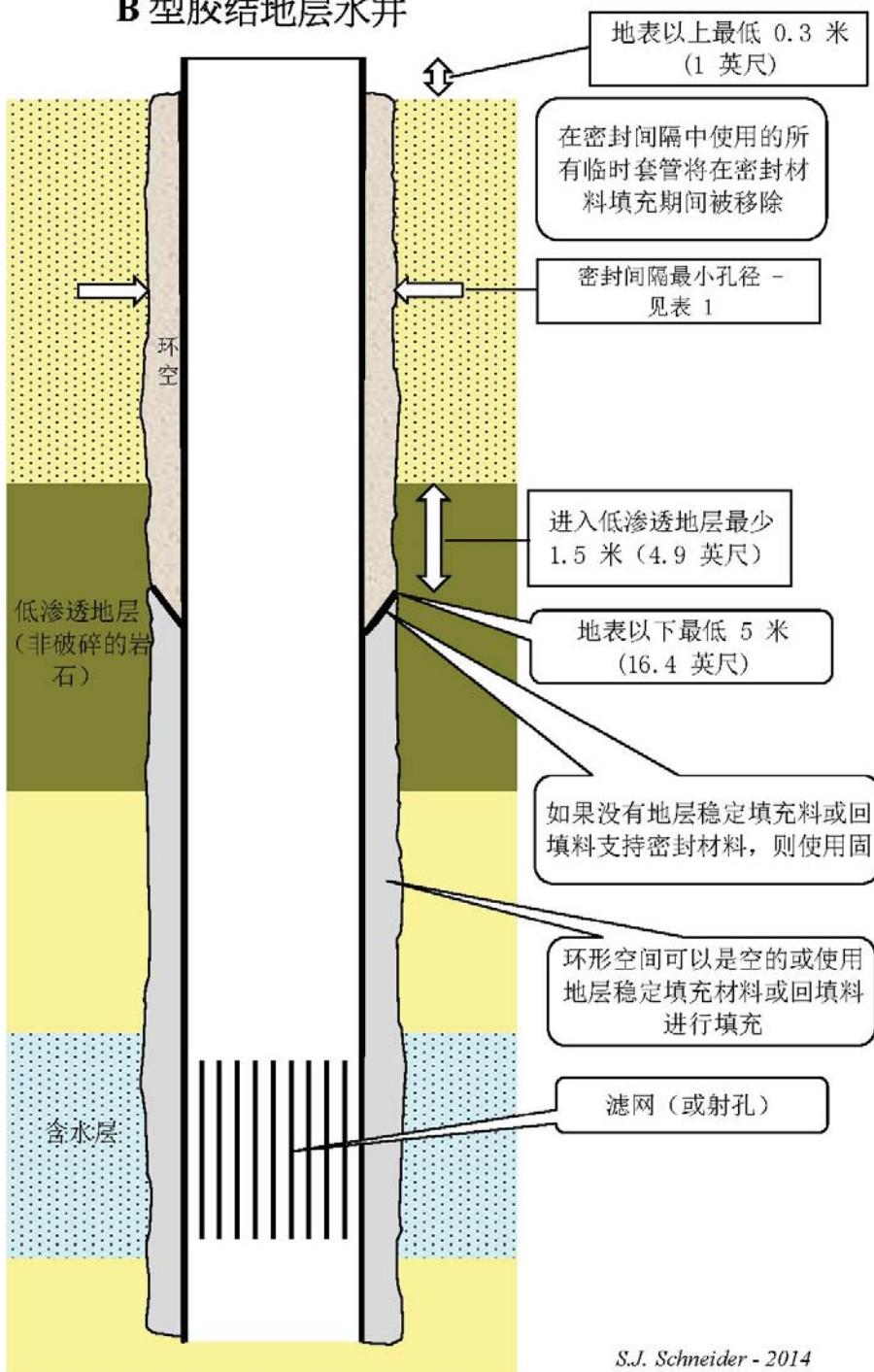
A 型胶结地层水井



S.J. Schneider - 2014

图 5

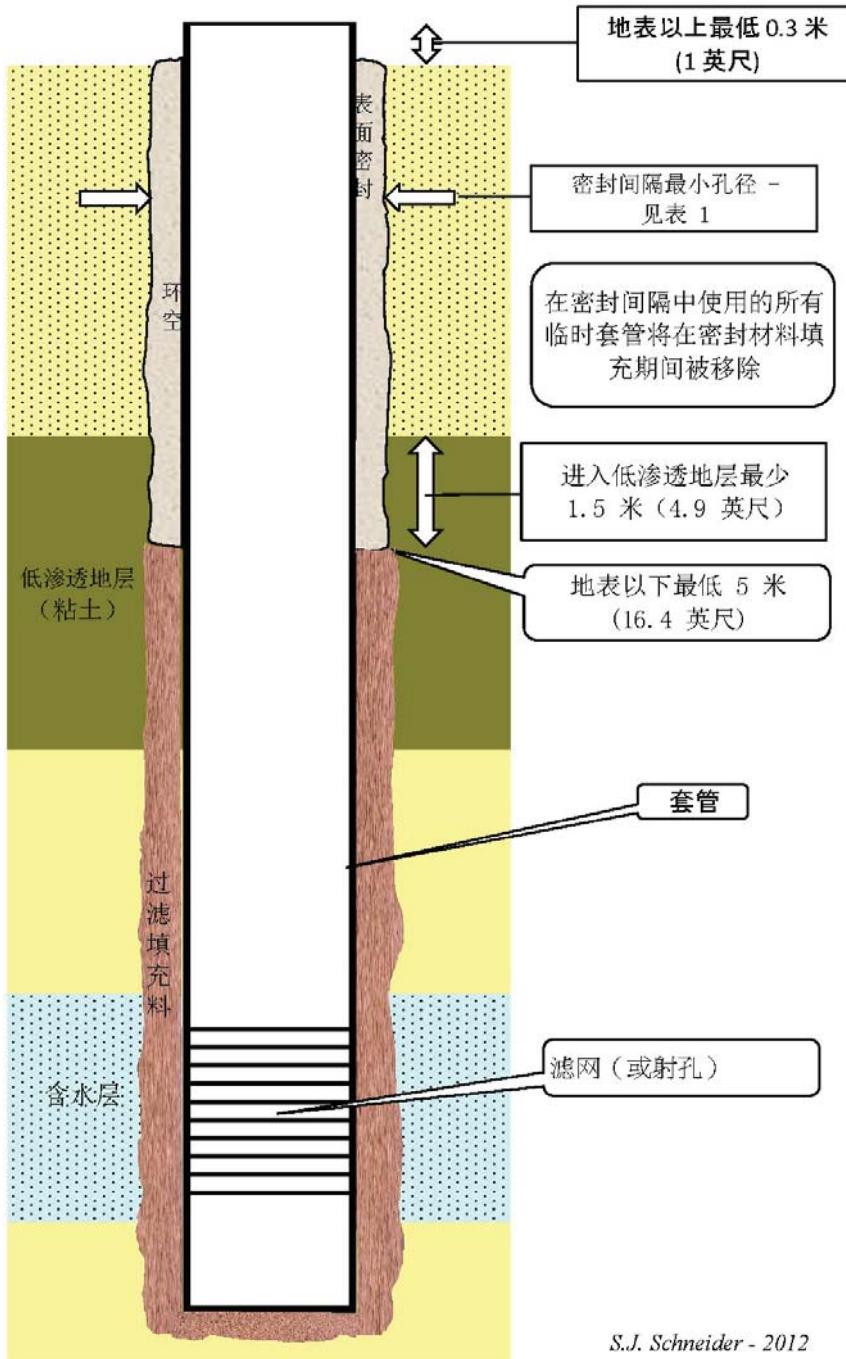
B 型胶结地层水井



S.J. Schneider - 2014

图 6

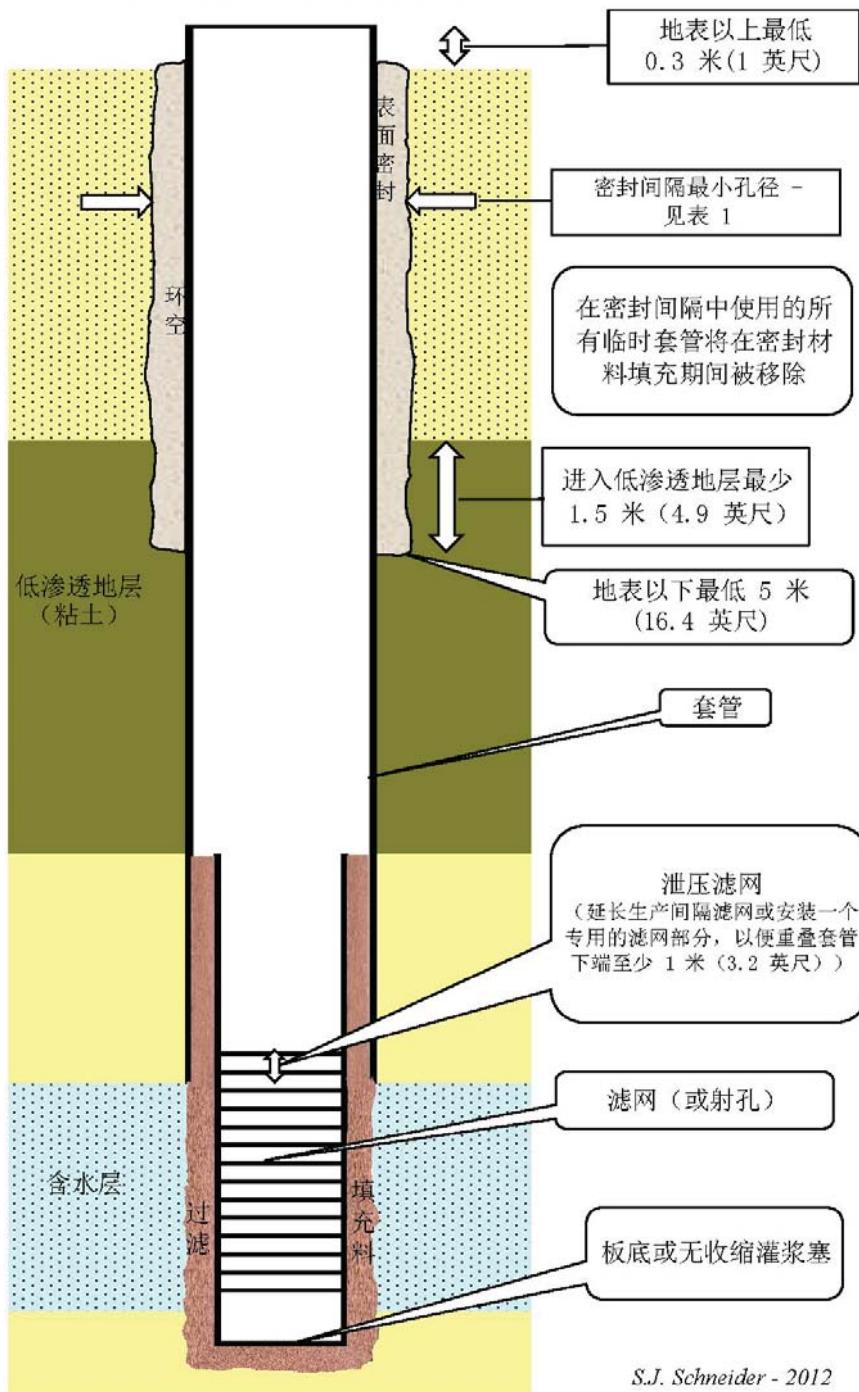
I 型松散层过滤填充料水井



S.J. Schneider - 2012

图 7

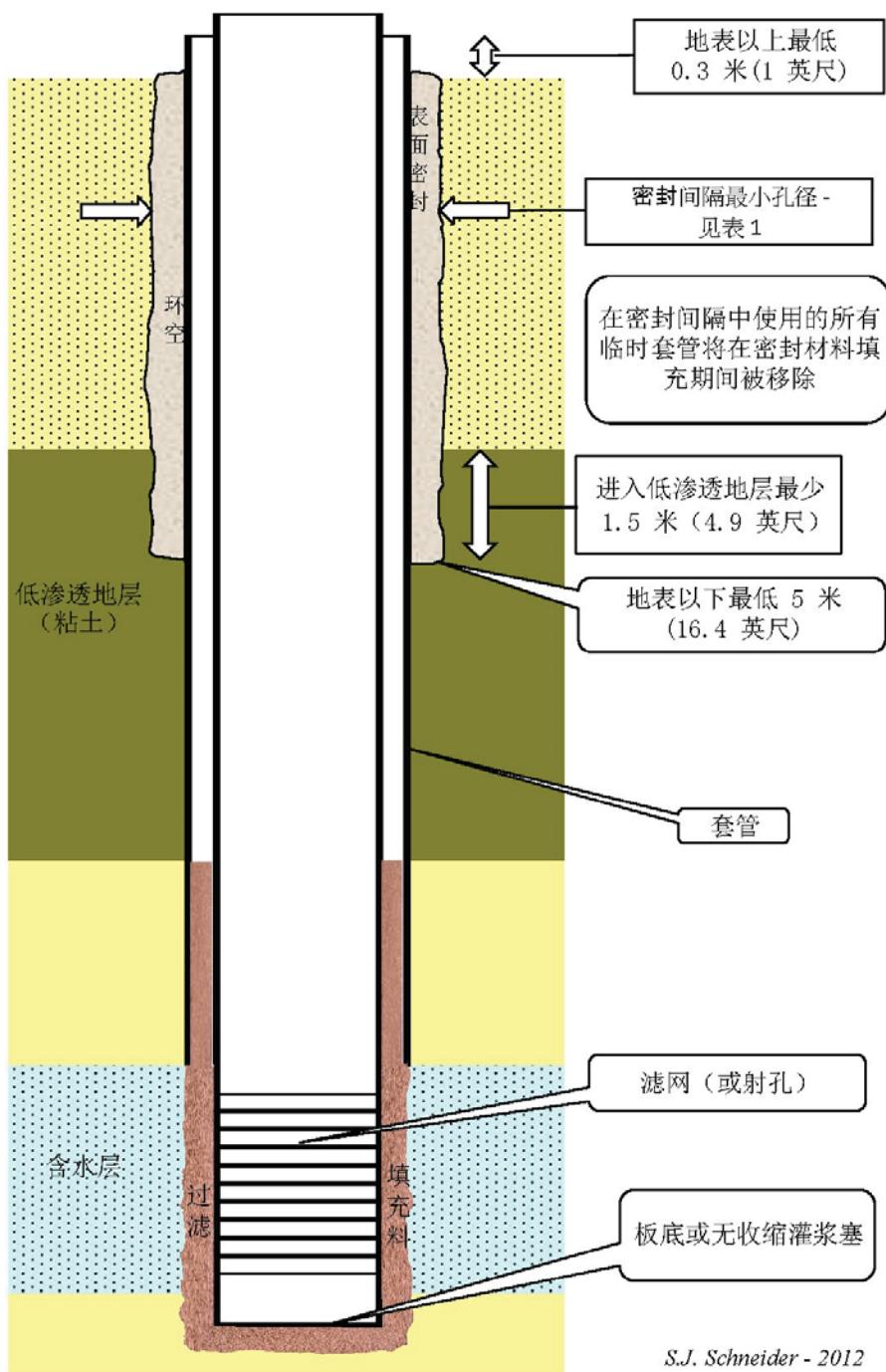
II 型松散层过滤填充料水井



S.J. Schneider - 2012

图 8

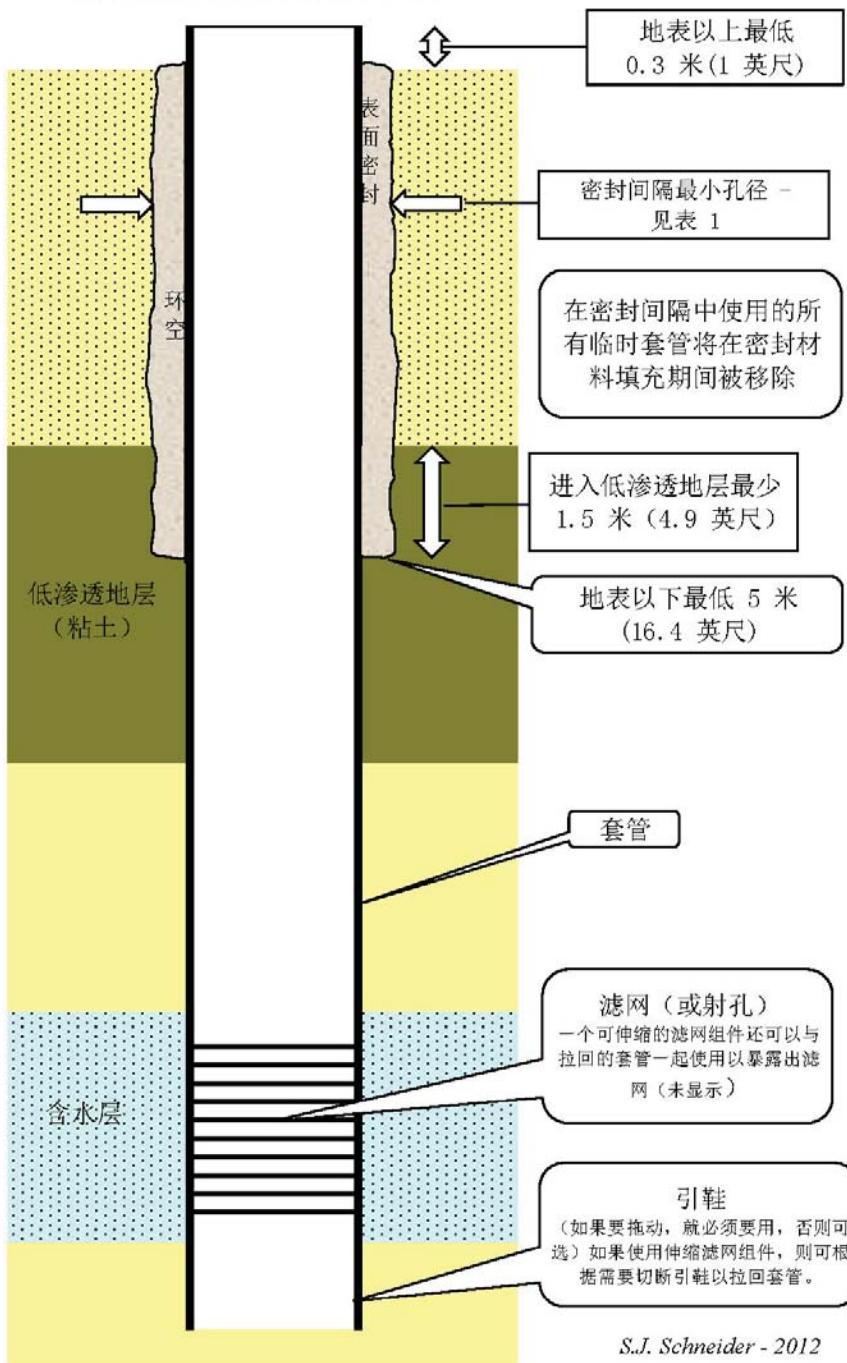
III 型松散层过滤填充料水井



S.J. Schneider - 2012

图 9

松散层自然形成的水井



S.J. Schneider - 2012

9 混合与渗漏

请参见第 4、6、7 页，以了解含水层、承压含水层、混合以及压力水头的定义。

如果水井中遇到多个含水层的情况，则水井应该进行构造以防止地下水通过重力流动或自流压力从一个含水层向另一个含水层或向其能够长期容水的不饱和区混入和渗漏。这将防止污染物或劣质水扩散到其他地层，并防止含水层中含水层压力水头的损耗。当水井处于完全静止（无抽水）并恢复状态时，无论是套管或衬管的内外，水井中的水都不应该上升或下降。可以通过额外的表面密封深度或使用额外更低的环形空间密封来实现预防。（请参见第 31 和 32 页的图 11 和 12）。

10 套管和衬管

请参见第 6 和第 7 页的第 4 节，以了解套管和衬管的定义。

套管和衬管应该使用符合第 30 页表 3 中规格的 PVC（聚氯乙烯）管或黑色钢管。

PVC 套管应避免长期暴露在阳光（紫外线）下。保护措施可以包括外部钢套管保护、混凝土砖（或砖石箱）和盖子或遮盖物、建筑物、水泵等。

所有套管都应是新的或和新的一样。它应该被清洁去掉所有污染物，并检查任何机械损坏、洞、孔蚀等。

PVC 套管不应被拖动。如果要拖动钢套管，推荐使用引鞋。

套管和/或衬套的直径大小应可以让水泵设备容易地进行安装。通常而言，如果水泵组件小于 10 厘米（3.9 英寸），则水井放置水泵间隙中的套管和衬管的内径应至少比井泵组件的最大部分大 1 厘米（½ 英寸）。较大的间隙始终更有利，并且应用于较大的水泵系统。

注意：如果水泥灌浆密封材料用于 PVC 套管周围，则应当注意不要让 PVC 管暴露于水泥硬化水合作用产生的过多热量中，这可能使管材永久变形。用于填充较大井眼区域（例如，地穴、空洞、冲刷洞）的水泥灌浆将导致热量的显著增加，就可能会导致这种情况的发生，这可能使水井无法使用，并且要求其适当地报废。

如果 PVC 套管用水泥密封，则在早期硬化过程中（建议至少 24 小时内）用冷水淋井眼四周，防止损坏套管。然而，如果用水泥密封，则最好是使用钢套管（如果有的话）。



PVC 因过热而变形。随着温度的升高，
PVC 的强度迅速降低
(请参见第 29 页的图 10)。

PVC 强度与温度

注意：水泥硬化产生的热量导致的温度上升可接近 45° C (113° F)

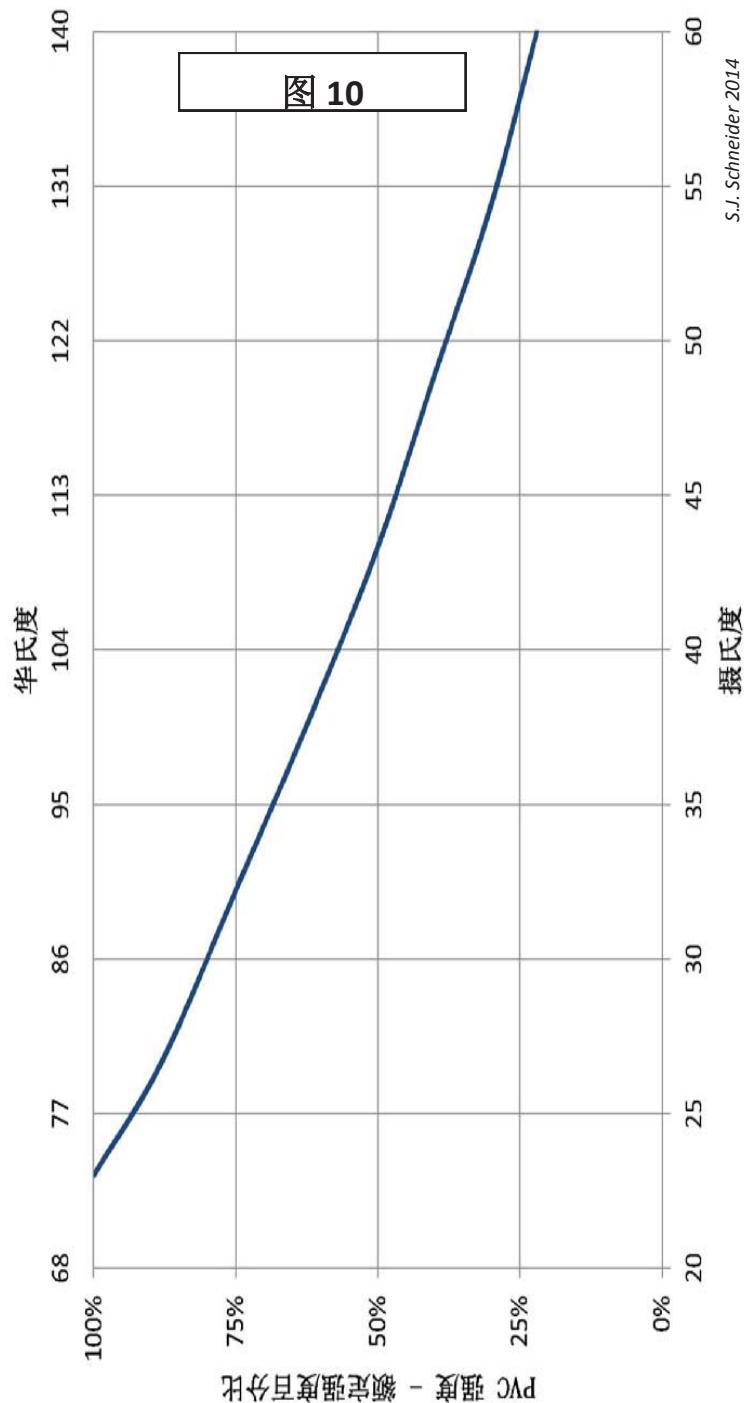


表 3 - 套管和衬管的材料

直径毫米 (英寸)	最大深度	材料	最小壁厚	建议的材料标准
< 127 [5]	注一	低碳钢	预定 40	ASTM A53B, API 5L, AS 1395, A120
1355 [14]	注一	低碳钢	6.35 毫米 (0.25 英寸)	ASTM A53B, API 5L, AS 1396
355 [14]	注一	低碳钢	9.53 毫米 (0.375)	ASTM A53B, API 5L, AS 1397
任意 米 (98 英尺)	PVC	SDR 26 (注二)	ASTM F480, ASTM D2241, ASTM D1785, AS/NZS 1477	
任意 米 (196 英尺)	PVC	SDR 21 (注二)	ASTM F480, ASTM D2241, ASTM D1785, AS/NZS 1478	

注一：最大深度和壁厚应根据套管或衬管可在灌浆和抽水过程中自然观察到的流体静压力而考虑。壁厚也可能需要基于钻井方法（例如，驱动套管）、深度和其他因素而增加，其也可能增加柱载荷和/或破坏载荷。在这些情况下，请咨询专业技术人员。

注二：SDR = 标准尺寸比 = 管道外径/管道壁厚。如果只用作胶结地层的衬管，深度限制并不适用于 SDR 21。

不锈钢通常太昂贵，但 ASR 的应用或其他独特的情况可能会需要用到。壁厚公差通常被用在该材料上尽可能的延伸（不足 10%）。在任何情况下，最终的壁厚不得小于 4.77 毫米 (0.188 英寸)。注一特别适用于这些应用。

玻璃纤维的强度小于 PVC，通常难以获得并且更昂贵，因此此文没有提供规范，因为它不太可能被选择用作套管或衬管的材料。

图 11

混合会导致含水层水头压力的损失、废水以及可能引起含水层之间的水质恶化。

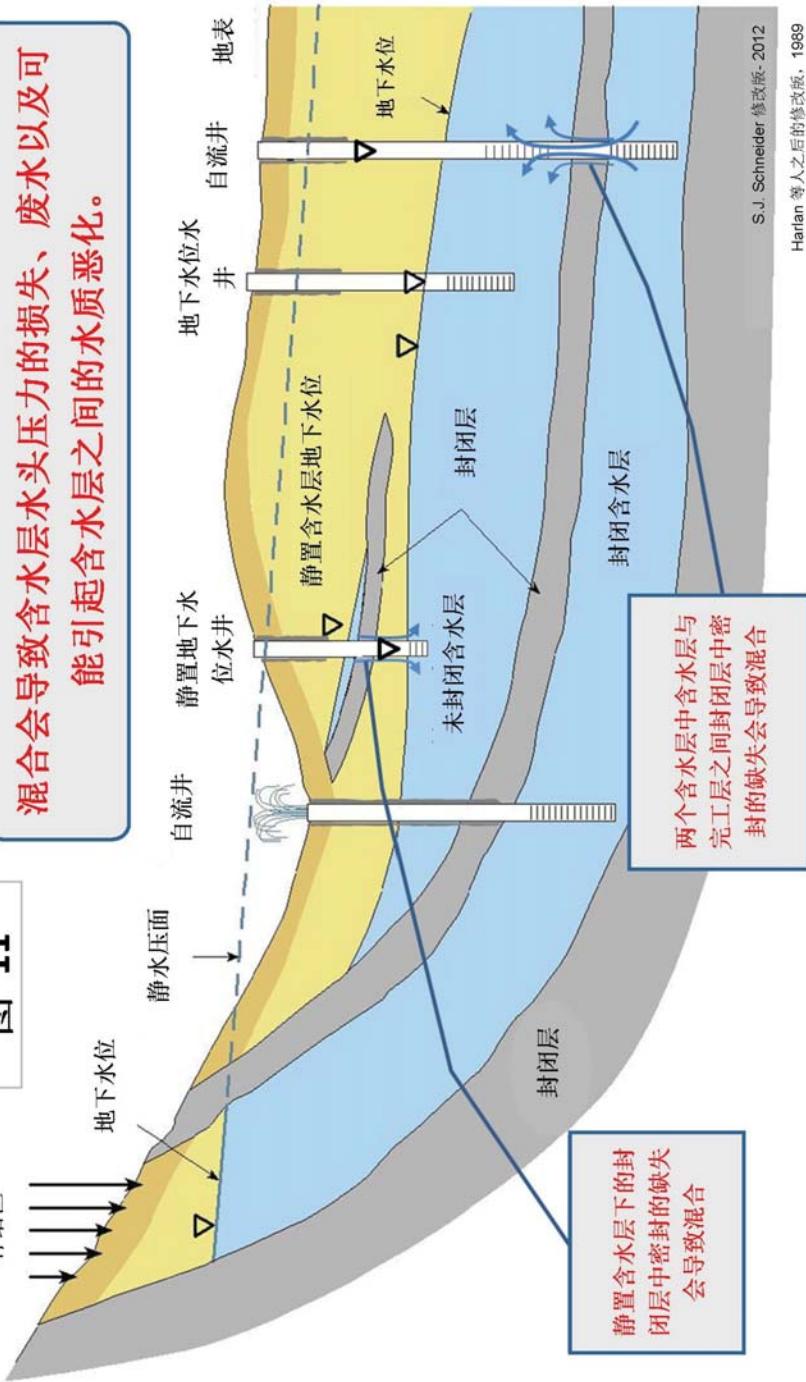
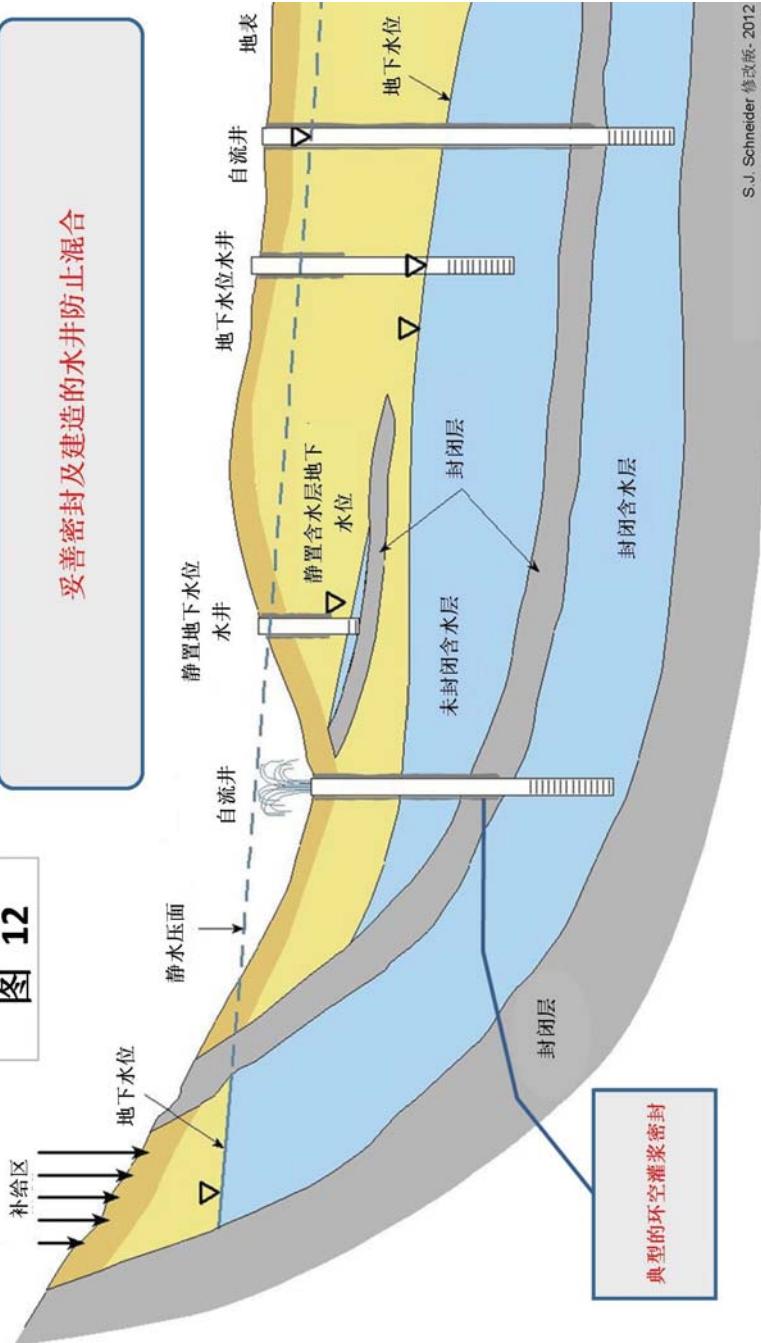


图 12

妥善密封及建造的水井防止混合



11 其他水井材料

其他水井材料，包括但不限于砾石或过滤填充料媒介、环形空间回填料或填料、滤网、封隔器、插头和固体沉降器，应在安置到水井中之前进行清洗和去除有机物质。合理的设计、材料的选择和技术精湛的安装，将确保水井圆满完工并达到预定使用标准。**不恰当的滤网或过滤填充料设计是水井中产生沙子的最常见原因。**这样的水井会过早地导致水泵故障、表面密封因沉降而老化、套管移位或断裂，以及较差的水质。这些水井通常会被废弃，而不能正常报废。有许多出版物可帮助正确地设计和选择滤网、过滤填充料以及其他独特的水井材料（请参见附录 I、第 48 页，以及第 54 页的参考资料的第 3 节）

12 垂直和对齐

供水井的垂直（漂移）和对齐是极其重要的，因为水井通常配有井下水泵或抽水设备。可接受的垂直和对齐也有利于水井的完工和维护。

除非另有规定，否则水井应保持在完全垂直的百分之一误差之内。换句话说，30 米内偏离垂直方向不应大于 0.3 米（100 英尺偏离 1 英尺以内）。

不应有明显的弯曲或迂回，特别是水井中要安装水泵或抽水设备的位置。过度对不齐会使滤网、衬管、水泵和其它材料的安装和拆卸变得困难或不可能。此外，它会使水泵设备或水井套管或衬管出现过度磨损或过早磨损。水井对齐应当能使滤网组件、衬管和抽水设备可以方便地进行安装。

13 水井开发

所有供水井应进行开发，以确保它们不会产生过量的沙子，这可能会导致抽水设备过早地出现故障和/或损坏水井结构的完整性。建议小于 25 毫克每升（百万分之几）。表面可能仍需要额外的过滤，尤其是对于饮用水。开发也会提高水井的效率。有许多出版物可帮助选择适当的方法、使用的工具以及在水井的建造过程中何时使用它们。

14 外表面完工

直接包围水井的区域应从水井向外倾斜，以从水井附近将水排走。

如果水井配备有手泵，则应当在水井周围堆砌混凝土台座。台座应延伸至少高出水井周围最高地面 10 厘米（4 英寸）。只要抽水设备允许，套管就应延伸尽可能高出混凝土台座。台座应在水井周围向外延伸至少 1 米（3 英尺）。台座应设计可以排走任何流水，无论是来自雨水或从井中溢出。



拥有良好台座和排水的井口

如果水井未配备手泵，则套管应延伸高出水井周围最高地面至少 0.3 米（1 英尺）。

所有水井应在抽水设备和水井套管之间做密封。如果水井配备有手泵和混凝土台座，则与台座接触的水泵基座要密封，防止任何液体进入。

所有水井应配有通风口，防止真空将污染物抽入水井。通风口应安装筛网，以防止爬虫和昆虫进入水井。通风口的位置应高出混凝土台座或水井周围最高地面（以较高者为准）至少 0.3 米（1 英尺）。通风口应朝下，以防止任何液体（和污染物）通过通风口进入或者被吸入井中。通风口应采用坚固耐用的设计，以防止人为破坏和环境破坏。

所有水井应配有一个进入口，以测量水位。进入口的直径应至少为 1.5 厘米（0.6 英寸）。不使用时，进入口应牢固地闩好（例如，扳手拧紧螺丝或上锁），以防止未经授权的人员使用。深井应配备专用的探管，通常随附于抽水设备，以便于水位的测量。探管的直径应至少为 1.5 厘米（0.6 英寸）。

15 消毒

所有水井及其中安装的设备应当在使用之前进行消毒。氯元素是一种常用的消毒剂。50 毫克/升 (ppm) 的浓度普遍用于消毒。

第 36 页的表 4 提供建议的氯元素剂量达到 50 毫克/升 (ppm) 的初始浓度。根据水井的化学环境和其他问题，要完全实现消毒可能需要更多的氯元素。含氯的消毒剂需要一定的接触时间来发挥作用。应该让其接触至少 12 小时。氯元素比水重。在井内搅拌会获得更好的消毒效果。

表 4
所需的含氯消毒剂
用于 50 毫克/升 (ppm) 浓度
水井中 30 米 (98 英尺) 的水中

孔直径		孔容积		65% 干重*		5% 液态**	
厘米	英寸	升	加仑	克	盎司	升	盎司
5.1	2	62	16	5	0.2	0.1	2
10.2	4	247	65	19	0.7	0.2	8
12.7	5	386	102	30	1.0	0.4	13
15.2	6	556	147	43	1.5	0.6	19
20.3	8	988	261	76	2.7	1.0	33
25.4	10	1544	408	119	4.2	1.5	52
30.5	12	2224	587	171	6.0	2.2	75
35.6	14	3027	800	232	8.2	3.0	102
40.6	16	3953	1044	304	10.7	4.0	134
45.7	18	5003	1322	384	13.6	5.0	169
50.8	20	6177	1632	474	16.7	6.2	209
61.0	24	8894	2350	683	24.1	8.9	301
76.2	30	13898	3672	1067	37.6	13.9	470
91.4	36	20012	5287	1537	54.2	20.0	677

*65% 的干重常常是作为粒状氯化钙。

**5% 的液体常常是作为液体漂白剂。

获得相同浓度所需的其它化合物的量与上述百分比浓度成正比。

获得 50 毫克/升 (ppm) 以外浓度所需的上述化合物的量与上述数量成正比。

每次安装或重新安装井内设备时，其应进行清洗并在安装和使用前消毒。如果水井是或即使可能是提供给人类使用，则还应该针对大肠杆菌（请参见第 37 页的第 16 节）进行测试。从井里移出的设备在重新安装之前的待修期间，不应该被直接放置在地面上，并且应避免接触植被、鼠类和其他动物。



安装和维护期间，保护水泵和下降的管道，保持其不与地面直接接触

16 测试

水井应进行产量（流量）和基本的可饮用性测试。每口井的施工或水井维护项目都需要用到适当的井下水位测量装置。开始产量测试前后，应测量水井中的静水位。通常情况下，低容量和低需求水井的产量测试用永久水泵进行。往往简单计算 填充



用于为生活用井的水流计
时的水桶

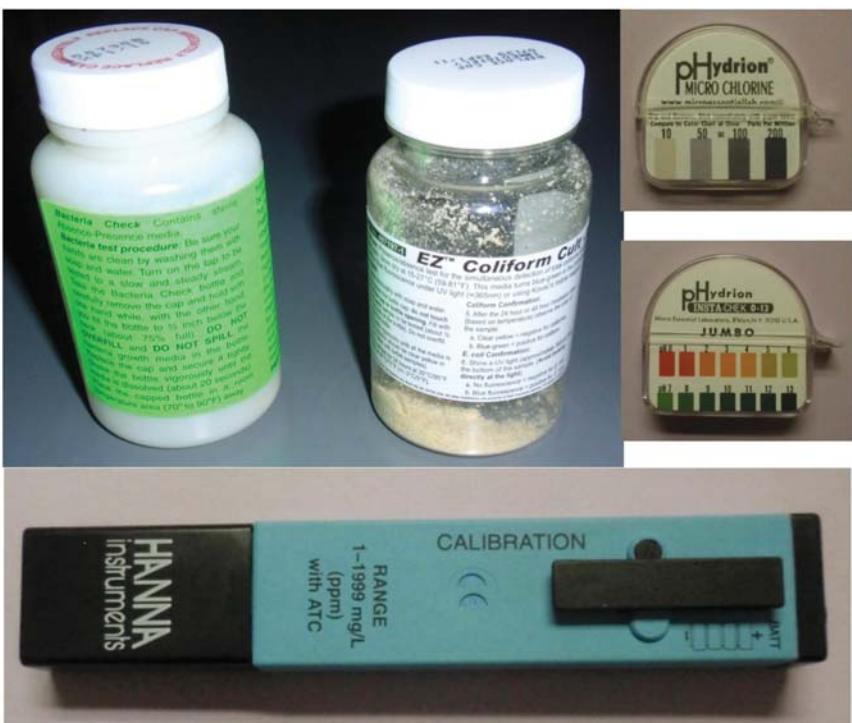
为市政水井测量水流的孔板
流量计

已知体积的容器所花费的时间即可确定流量。小容量水井的测试持续时间应至少需要一小时。需求量大的水井（例如，灌溉水井、社区水井）应测试超过一小时，有时需要 24 小时或更长，如果他们将预计要持续维持数天。需求量大的水井的产量应该使用更先进的测量设备进行测量（例如，流量计或孔板流量计）。这些装置提供了更准确的流量确定。

此外，需求量大的水井的产量测试中应频繁获取抽水位，以图表方式推断预测长期抽水位的数据。这些数据还可用于确定水井效率和含水层特性，例如导水系数。

每口井应在所有消毒剂已彻底从井中消散，并且在初次被人类使用之前，针对可饮用性进行测试。可饮用由测试包括大肠杆菌 (E-coli) 测试。不得存在大肠杆菌。一个简单的方法来测试大肠杆菌是进行大肠菌群测试。如果没有大肠菌群，也就没有大肠杆菌；但是，如果大肠菌群测试为阳性也并不一定意味着存在大肠杆菌。如果大肠菌测试为阳性，建议水井再次进行取样和测试（因为假阳性情况并不少见）或重新采样并专门用于大肠杆菌测试。

根据水井的预期用途以及已知或怀疑区域内存在矿物质和污染，应考虑进行其他测试。此类其他测试包括但不限于：硝酸盐、砷、氟、盐度、放射性元素。



提供的基本测试 (CW : 大肠菌群、余氯、PH 值、TDS)

17 水井报废

施工过程中未完成、受损无法修复，或者由于被污染而替换的所有水井都应永久报废。永久报废应该恢复含水层之间的边界以及从地表到本文先前所述利用密封材料的第一含水层之间的边界。如果可能并可行，套管和衬管应尽量在报废过程中被移除。

报废的碎粒膨润土只应用于井眼未含套管和衬管的部分。碎粒膨润土可以被用在水井中不含套管的部分，其已被证明可以如本文所述被正确地环形密封。

如果把水泥灌浆填充到套管或衬管内，则套管或衬管应彻底贯穿，以使灌浆移至套管或衬管的外侧。

混凝土可用于报废井眼中不含套管的部分，其在填充时高于水井的水位。它也可用在套管内，但只有当其被用于套管的该部分相对位置时可行，前提是其已被证明围绕其四周有适当的密封。混凝土也可以被用于报废挖掘水井，但只有从静水位以上 1 米（3 英尺）到深度小于 15 米（49 英尺）时可行。

在报废的所有情况下，密封材料的实际使用量应确认足以填充密封空间的体积（请参见第 41 页的表 5）。

如果不需永久报废或者不可行，则水井应妥善保护，禁止儿童接近，并防止异物或污染物进入。

表 5 – 报废所需的水井容积和密封材料最低用量

孔直径 厘米	孔直径 英寸	孔容积		膨润土碎粒		纯水泥浆*	
		升每米深 度	立方英尺每 英尺深度	干克每米 深度	磅每英尺 深度	干克每米 深度	磅每英尺 深度
5.1	2	1.9	0.02	2.0	1.4	3.3	2.3
10.2	4	8.4	0.09	9.2	6.2	15.1	10.1
12.7	5	13.0	0.14	14.2	9.6	23.4	15.8
15.2	6	18.6	0.20	20.3	13.7	33.5	22.5
20.3	8	32.5	0.35	35.6	23.9	58.6	39.4
25.4	10	51.1	0.55	55.9	37.6	92.1	61.9
30.5	12	73.4	0.79	80.3	53.9	132.2	88.9
35.6	14	99.4	1.07	108.7	73.1	179.1	120.4
40.6	16	130.1	1.40	142.2	95.6	234.4	157.5
45.7	18	164.4	1.77	179.8	120.9	296.3	199.1
50.8	20	202.5	2.18	221.5	148.9	364.9	245.3
61.0	24	291.7	3.14	319.0	214.4	525.6	353.3
76.2	30	456.2	4.91	498.9	335.3	821.9	552.4
91.4	36	656.8	7.07	718.3	482.7	1183.5	795.4

*与水混合以形成纯水泥浆料的干水泥的重量。
浆料中水泥/水的比例为 1.9 千克/升 (16 磅/加仑或 94 磅/6 加仑水)



18 记录文件

水井记录

每口井应制作并留存日志或记录
(包括报废的水井)。文件应包括：

- 水井的位置—应记录两种方式，以尽量减少错误：
 1. GPS (全球定位系统)，以及
 2. 不动产的法律描述或其他当地使用的可记录位置的标准。
- 水井识别号码或命名法 - 唯一编号或命名法必须永久嵌入或附着在混凝土台座或暴露的套管 (或抽水设备，前提是前二者都不可行)

之中或之上。识别号码/命名法应记录在含有本文中指定的其他信息的所有文件中，并且应该记录该识别符位于水井的何处。

- 水井的拥有者或使用者 - 确定他们是拥有者、使用者或两者兼而有之。
- 水井建造者的名称和/或机构名称。
- 钻井深度以及完工水井的深度。
- 按照深度记录的地层描述，其中包括：主要材料、颜色、大小和硬度或质地。



GPS - 用于记录水井位置的必备工具

- 环空密封深度和使用的材料。
- 所有套管和衬管的深度以及露出地面的高度、直径、材料类型（例如，PVC、钢），以及时间表或井壁厚度。
- 按照水井所有穿孔、筛网、过滤填充料以及任何其他组件的深度记录的完整的描述（材料、尺寸、数量等）和位置。
- 静水位的深度和测量日期。
- 产量测试结果和测试日期。

对每口井施工细节的日志或记录应根据当地的所有规定进行归档。副本也应该提供给负责水井运营和维护的人员



每口井及其相关文件应具有永久的水井识别号码或命名

并且也应该保存在基于网络存储库的安全中心，以提供公共服务。（下页提供了表格示例）

存档会被用于促进水井的运营和维护，并且有助于水井在未来的适当报废，以及确定和量化该地区地下水水资源的可用性。

水泵记录

水泵安装人员应创建水井中当前安装的水泵的记录，并由水井的拥有者/运营者进行维护。该记录应包含水泵（例如，手泵、太阳能水泵、转塔式水泵等）的类型、竖管和竖杆的尺寸（如适用）、设定深度、电压和相位（如果是电动的）、制造商、型号、序列号以及任何其它相关信息。（第 46 页提供了表格示例）



用电子探管进行的 SWL 测量。

水质记录

水质测试的所有记录文件应由拥有者/运营者进行维护。记录应包括：进行化学测试的日期和结果、取样员的姓名、样品的来源位置、取样的日期、实验室的名称或分析员的姓名，以及采用的测试方法。

供水井报告

<p>水井编号/名称 _____</p> <p>(1) 所有者: _____ 土地: _____ 用户: _____ 都是: _____ 名称: _____ 地址: _____</p> <p>(2) 工作类型 <input type="checkbox"/> 新水井 <input type="checkbox"/> 加深 <input type="checkbox"/> 改造 (维修/移整) <input type="checkbox"/> 拆除</p> <p>(3) 钻井方法 <input checked="" type="checkbox"/> 龙头气 <input type="checkbox"/> 龙头泥浆 <input type="checkbox"/> 领钻 <input type="checkbox"/> 其他: _____</p> <p>(4) 建议用途: <input type="checkbox"/> 家用 <input type="checkbox"/> 社区 <input type="checkbox"/> 工业 <input type="checkbox"/> 喷洒 <input type="checkbox"/> 采热 <input type="checkbox"/> 注水 <input type="checkbox"/> 灌溉 <input type="checkbox"/> 其他: _____</p> <p>(5) 钻井施工: 全深度是地表以下 _____ 米 _____ 英尺 充钻水井的深度: _____ 孔 直径 从 至 材料 密封 从 至 壁或箱 _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____</p> <p>密封材料是如何填充的: 固填料填充自: _____ 填充到: _____ 材料: _____ 泡沫填充和填充自: _____ 填充到: _____ 填充料大小: _____</p> <p>(6) 套管/衬管: 表: 直径 从 至 仪表 钢 塑料 焊接 爆口 套管: _____ _____ _____ _____ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 衬管: _____ _____ _____ _____ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 引鞋的使用: <input type="checkbox"/> 内 <input type="checkbox"/> 外 <input type="checkbox"/> 无 引鞋的最终位置: _____</p> <p>(7) 射孔/滤网: <input type="checkbox"/> 射孔 方法: _____ <input type="checkbox"/> 滤网 类型: _____ 材料: _____ 从 至 横尺寸 管量 直径 变径/管径 壁管 衬管 _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____</p> <p>(8) 水井测试: 最短测试时间为 1 小时 <input type="checkbox"/> 水泵 <input type="checkbox"/> 水桶 <input type="checkbox"/> 空气 <input type="checkbox"/> 自流 产量 (加仑/分钟) 水位降低 钻杆位置 时间 _____ _____ _____ 1 小时 水温 _____ 温度 _____ 华氏度 _____ 是否已进行水体分析? <input type="checkbox"/> 是 执行人: _____ 任何地质是否含有不适合使用目的的水? <input type="checkbox"/> 太少 <input type="checkbox"/> 成 <input type="checkbox"/> 浑浊 <input type="checkbox"/> 有气味 <input type="checkbox"/> 有颜色 <input type="checkbox"/> 其他: _____ 地层深度: _____</p>	<p>水井编号的位置 _____ GPS: _____ 纬度 _____ 经度 _____ 请填当地使用的可记录位置的说明: _____</p> <p>(9) 水井的位置 _____ 低于地表。 自流水压 _____ 千帕 _____ PST _____ 日期 _____</p> <p>(10) 静水位: 首次出水的深度: _____</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>从</th> <th>至</th> <th>估计流量</th> <th>SRL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table> <p>(11) 含水区域: _____</p> <p>(12) 水井日志: 地面高程: _____</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>从</th> <th>至</th> <th>SRL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table> <p>开始日期: _____ 完成日期: _____</p> <p>负责水井施工的个人或组织机构: 名称: _____ 地址: _____ 电话号码: _____ 电子邮箱: _____</p>	从	至	估计流量	SRL	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	材料	从	至	SRL	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
从	至	估计流量	SRL																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
材料	从	至	SRL																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						
_____	_____	_____	_____																																																																																																						

水泵的安装记录

水井编号/命名 _____

所有者 _____

所有者类型： 土地_____ 用户_____ 都是_____

安装日期 _____

水泵类型 _____

制造商 _____

型号 _____ 序列号_____

电气参数是否为： 伏特_____ 相位_____ 安培_____

悬管/悬柱的类型 _____

悬管/悬柱： 内径_____ 长度_____

大小、类型及棒/轴的材料 _____

水位探测方式？ 探管_____ 塞/帽_____ 无_____

水位探测方式： 内径_____ 材料_____

水井泵室（例如，套管）： 内径_____ 材料_____

静水位 _____

井深 _____

安装人员 _____

报告的全深为： 米_____ 英尺_____ 基线*_____

报告的所有直径为： 毫米_____ 英寸_____

其他信息： _____

* 基线是报告全深度的参考（例如，地表、垫子的顶部等）

19 人员安全

水井的建造和水泵的安装通常需要电力驱动设备，部分机械会在操作者的头上运行。工具和设备可能会很重，而且往往要下降到指定位置。钻井操作过程中经常会产生尘埃，并且密封材料可能在其使用期间释放出有害粉尘。个人防护用具 (PPE) 应始终在操作中适当的使用。

可能需要的 PPE 包括：

- 安全帽
- 手套
- 口罩
- 护目用具
- 皮鞋
- 听力保护用具

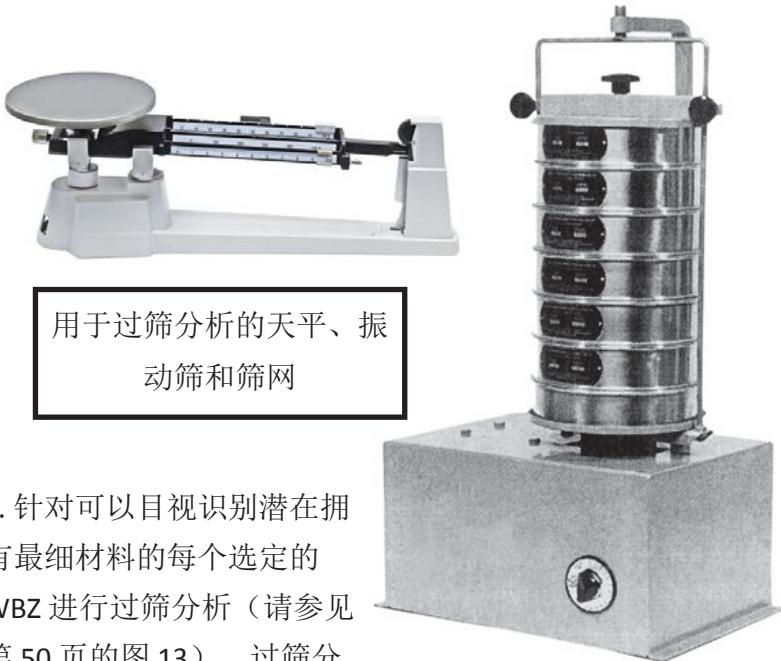


附录 I

过滤填充料（砾石） – 分析与选择

沙质含水层 – 程序

1. 选择有可能被使用的含水区域 (WBZ)。



2. 针对可以目视识别潜在拥有最细材料的每个选定的 WBZ 进行过筛分析（请参见第 50 页的图 13）。过筛分析并不需要对取得的每个样品进行。
3. 使用过筛分析，确定将使用的拥有最细材料的 WBZ。在一些水井中，已识别的 WBZ 可能拥有比需要的更细的材料，并且如果有足够较粗的 WBZ 可用，可以不使用最细的 WBZ。在这种情况下，水井不应在未使用的精细 WBZ 附近设计水井进水口，也就是说，至少 2 米（6 英尺）以下到精细 WBZ 上方至少 1 米（3 英尺）以上都不应该有开口。更大的间隔长度将更能确保此类 WBZ 不会向水井中掺入沙子。

4. 针对将暴露最细材料的 WBZ 开展地层过筛分析，用筛余尺寸的 70% 乘以 4~6 的系数。其结果就是过滤填充料筛余尺寸 70% 的目标数值范围。

5. 针对任何还没有提供过筛分析的候选过滤填充料进行过筛分析。候选过滤填充料应：

- a. 干净，
- b. 颗粒圆润，
- c. 含有至少 90% 的石英或二氧化硅，并且
- d. 大小均匀。小于 2.5 的均匀系数（UC - 40% 的筛余尺寸与 90% 的筛余尺寸之比）为佳。

6. 从候选过滤填充料中选择一个上述步骤 4 中确定的目标值范围内的 70% 尺寸；如果 UC < 2.5，则较粗的为首选。

7. 选择不大于所选择的过滤填充料 90% 筛余尺寸的水井进水口（槽宽度）。

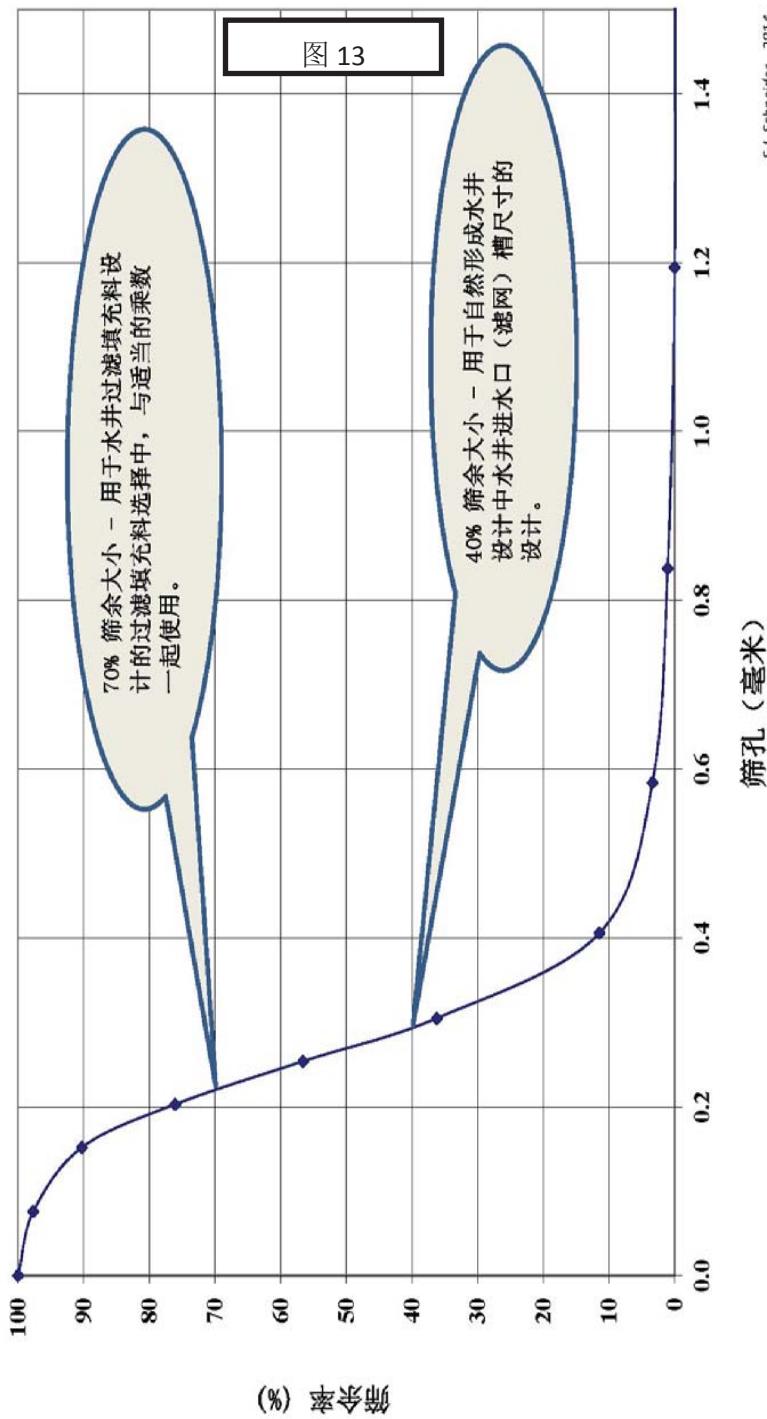
8. 建造水井，使得

在水井进水口周围的任何部分的过滤填充料的粗细度不小于 25 毫米（1 英寸）并且不大于 100 毫米（4 英寸）。较粗的填充料更难以开发，而较细的填充料更难以正确地填充（例如，封不实或可能发生颗粒分层）。首选的粗细度范围为 40 毫米（1.5 英寸）至 70 毫米（3 英寸）。



过滤填充料的样品

过筛分析图（示例）



沙石含水层

将下列调整应用于沙质含水层的工序：

- 如果地层中沙的百分比估计要大于 50%，并且大部分的沙子小于 2 毫米（0.08 英寸），则在过筛分析中（第 48 页沙质含水层步骤 2），除去保留在 10 毫米（8 英寸）和更大筛网上的所有材料。
- 如果地层中沙的百分比被估计为大约相当于砾石的量，或砾石比沙更多，并且大部分的沙子大于 0.5 毫米（0.02 英寸），则根据第 49 页中沙质含水层步骤 4，使 70% 应用系数 6~8 而非 4~6。

土壤与集料的术语和规格

淤泥和粘土	小于 0.08 毫米（0.003 英寸）
细沙	0.08 毫米（0.003 英寸）到 0.43 毫米（0.02 英寸）
中沙	0.43 毫米（0.02 英寸）到 2.0 毫米（0.08 英寸）
粗沙	2.0 毫米（0.08 英寸）到 4.8 毫米（0.19 英寸）
细砾	4.8 毫米（0.19 英寸）到 19 毫米（0.75 英寸）
粗砾	19 毫米（0.75 英寸）到 75 毫米（2.9 英寸）
鹅卵石	75 毫米（2.9 英寸）到 300 毫米（11.8 英寸）
石块	大于 300 毫米（11.8 英寸）

请参见第 54 页第 2 节：统一的土壤分类系统

附录 II

水井设计的优点和缺点

胶结地层水井的设计比较

A型

- 衬管为可选（虽然推荐使用）。
- 如果需要的话，衬管可以被移除，以备将来开展水井的调整或恢复工作。
- 关于地层与含水区域的信息应该在安装和密封套管之前获得，以确保它们正确就位。

B型

- 容纳从顶部至底部直径一致的井眼，使用流体稳定井眼的钻井方法可能会使其受益。
- 成本可能要高于A型设计。
- 细菌可能积聚在密封材料和水井进水口之间的环形区域；如果是这样，则可能难以消毒。

松散层水井的设计比较

自然形成的水井

- 需要非常精确的取样、过筛分析和筛网选择，以防止抽取到过量的沙子。细沙或淤泥的薄层往往会产生沙的问题。
- 可以建造内径均匀的全深度（即，筛网或穿孔的大小与套管相同）或变径水井进水口结构（例如，拉回套管露出水井进水口）。
- 通常具有比过滤填充料设计更低的初始建造成本。
- 变得不太常用，并且使用过滤填充料设计所获得的长期成功比例较高。

I型过滤填充料

- 最便宜的过滤填充料设计。
- 全深度统一内径使得开发和将来的恢复更轻松。

- 水泵可以方便地安装到水井进水口的最顶端，从而最大限度地提高低水位的可用性。
- 不提供过滤填充料的补给。不推荐用于浅水层或可用储备过滤填充料高度有限的情况。
- 环空密封不应在开发结束之前完成。可能要求临时套管用于密封间隙，以保持井眼完整性直到密封材料填充。

II型过滤填充材料

- 可以补充填充料（通常需要拆卸水泵）。
- 难以测量过滤填充料的高度，特别是在水井中的水泵。
- 比I型过滤填充料的设计更昂贵。
- 非均匀的内径增加了开发和将来恢复的难度和成本。
- 泵室（即，水井进水口结构顶部以上的水井内径）的深度小于I型或III型过滤填充料设计可用的深度。

III型过滤填充料

- 最昂贵的设计。
- 容纳从表面对过滤填充料高度的监测，而无需拆卸水泵。
- 容纳从表面对过滤填充料的补充，而无需拆卸水泵。
- 全深度统一内径使得开发和将来的恢复更轻松。
- 水泵可以安装到水井进水口的最顶端，从而最大限度地提高低水位的可用性。

参考文献（按字母顺序排列）

1. Anderson, K. E., 《地下水指南》
2. ASTM International, 《工程用土壤的分类标准规程(统一土壤分类体系)》 ASTM D2487
3. Driscoll, F.G., 《地下水和水井》第二版
4. 美国国家地下水协会, ANSI/NGWA-01-14 《水井建造标准》
5. 美国国家地下水协会, 《地下水和水井系统术语词典》
6. Whinery, J., 《水井建造的成本效益分析: 供发展中国家使用的供水井准则》

相关资源

美国地下水研究和教育基金会 (NGWREF)

“美国地下水研究和教育基金会, 也被称为 NGWREF, 其侧重于开展与地下水更广泛的公众认识相关的教育、研究, 以及慈善活动。”<http://www.ngwa.org/Foundation>

农村供水管网 (RWSN)

“RWSN 是专业人士和从业人员的全球性网络, 参与人员努力提高农村供水方面的知识和案例、技术和专业能力、实践和政策的标准, 并且实现农村可持续供水服务的远景目标。”<http://www.rural-water-supply.net>

拉夫堡大学的水资源、工程与发展中心 (WEDC)

“在可持续发展和应急救援方面, 水资源、工程与发展中心是开发水资源和卫生设施相关知识和能力的世界领先教育和研究机构。”<http://wedge.lboro.ac.uk>

关于主要作者和编辑的简介

Stephen J. Schneider (Steve) 管理着美国俄勒冈州圣保罗市 Schneider Water Services 公司的钻井部门，这是一家承包公司，在与水资源有关的业务方面雇用了大约 25 人，包括：钻井、水泵和水系统安装、水处理和服务。他在这一行业中不断提升，在同一家公司中工作超过了 37 年。

Steve 在俄勒冈州立大学获得了机械工程学士学位，曾在美国国防部担任土木工程师，其中包括编写/编辑许多技术规范。他拥有俄勒冈州、华盛顿州和爱达荷州颁发的钻探许可证，以及俄勒冈州和华盛顿州颁发的水泵安装许可证。他还是美国国家地下水协会 (NGWA) 主要的地下水承包商 (MGWC)。

Steve 曾通过网络和现场参加 NGWA 博览会、NGWA 地下水峰会、俄勒冈州地下水协会 (OGWA) 全体会议、WEDC 国际会议和其他活动的教育讲座和研讨会。他是与俄勒冈州水井建造规定相关的继续教育的第一个非政府主讲人。

Steve 还担任：

- 俄勒冈州地下水咨询委员会包括主席在内的职务
- 俄勒冈州水井建造规范咨询及其他委员会
- NGWA 标准制定监督委员会
- NGWA 发展中国家利益集团包括主席在内的职务
- NGWA 政策与合规委员会包括主席在内的职务
- NGWA McEllhiney 讲师工作小组
- NGWA 战略发起规划会议
- NGWA 项目编写会议
- OGWA 董事会包括总裁在内的职务
- OGWA 政府事务委员会包括主席在内的职务
- OGWA 会议/大会委员会

- 太平洋西北地下水协会包括副总裁在内的职务
- 美国国家地下水研究与教育基金会 (NGWREF), 2011-2014 年度总裁

Steve 一直活跃在 NGWA 发展中国家利益集团，已经去过几次墨西哥开展为土著塔拉胡马拉族印第安人开发地下水供应的任务，并且还将继续下去。

这本书和相关的
成本效益分析的 PDF 版本在以下网址提供：

**[http://www.schneiderwater.com/pdf/
Hydrophilanthropy_Well_Guidelines.pdf](http://www.schneiderwater.com/pdf/Hydrophilanthropy_Well_Guidelines.pdf)**

另外也在 schneiderwater.com 提供
点击 Hydrophilanthropy
点击水井指南图片

“2012 年 1 月，美国国家地下水协会祝贺这一倡议的提出，并期待着它的不断发展，以总结出地下水保护和水井设计、施工、运营和维护的最佳实践方法。”

如果要了解更多信息，请联系主要作者：
Stephen J. Schneider—steve@schneiderwater.com

宣传和/或经济支持

提供方：

John Gregg, Gregg Drilling & Testing, Inc.

John & Jan 和 Doug Wagner, Moody's of Dayton, Inc.

Steve & Miriam Schneider

以及下列组织机构



endorsement inside back cover



DESIGN • PRINT • MARKETING

ISBN 978-0-9884685-3-5