

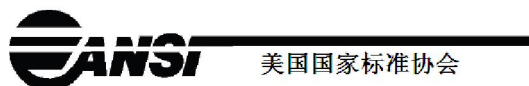


ANSI/AWWA-C304-07
(ANSI/AWWA-C304-99 的修订版)

安全水权威资源

AWWA 标准

预应力混凝土圆筒管设计



生效日期：2007 年 12 月 1 日
AWWA 理事会于 1992 年 6 月 18 日批准第一版
本版本于 2007 年 1 月 21 日批准
美国国家标准协会于 2007 年 1 月 11 日批准本标准

AWWA 标准

本文件是美国水作业协会（AWWA）标准，但不是一份规范。AWWA 标准描述了最低要求，而不包含规范通常包含的工程性和管理性信息。AWWA 标准通常包含标准用户必须评估的选项。只有直到用户规定了每个选项特征，产品或服务才完全被定义。某一标准的 AWWA 出版物不责成其担保任何产品或产品类型，或者担保 AWWA 试验，鉴定或批准任何产品。AWWA 标准使用是完全自愿的。AWWA 标准拟用于表示水供应行业的一致性要求，以使得所述产品满足服务使用要求。当 AWWA 修订或取消本标准时，该行为的官方通知将挂在学报 AWWA 的分类广告部分的第一页。在官方通知的学报 AWWA 出版月之后，该行为在该月的第一天生效。

美国国家标准

美国国家标准以其覆盖范围和条款蕴涵了对那些受到充分关注事物的一致意见。它意在作为一个有助于制造业者、消费者、和公众的指南。不论是否赞成该标准，美国国家标准的存在并不在任何方面阻止任何人在制造、销售、购买、到使用某产品、工艺或程序时，不遵照该标准。美国国家标准定期提交进行复审，建议使用者要留意获得最新的版本。鼓励按照某一美国国家标准进行产品制造的生产商在其广告和促销材料或其标签或标记上声明其产品按照特定的美国国家标准进行生产。

注意：本标准封面的美国国家标准协会批准日期显示了 ANSI 完成批准的日期。本美国国家标准可能在任何时候被校订或撤回。美国国家标准委员会的办事程序要求对本标准定期地进行再确认，修订，或撤回，间隔期限自出版之日起不超过五年。美国国家标准购买者可以打电话或写信给美国国家标准委员会以获取关于所有标准的最新的资讯，美国国家标准协会地址：25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036; (212) 642-4900。

科学和技术

AWWA 联合整个水协会起草和发布权威科学和技术知识。通过该组织，AWWA 起草了产品和工艺标准，以促进公众健康和安全。AWWA 也提供了水和废水利用的质量改进程序。

所有权利保留。未经出版商的预先书面许可，本出版物的任何部分都不能以任何形式或任何方式，不管是电子或机械的，包括照相，记录或任何信息，检索系统进行复制或传输，除了用于复审用途的简要摘录或引用之外。

版权©2007 美国水作业协会

美国印刷

委员会工作人员

在本标准批准时，修订本标准的 AWWA 标准分委员会具有以下工作人员：

Michael M. Hicks, 主席

大众组织

M.M. Hicks, MWH Americas Inc., Walnut Creek, Calif. (AWWA)
A.E. Romer, Boyle Engineering Corporation, Newport Beach, Calif. (AWWA)
C.C. Sundberg, CH2M Hill, Issaquah, Wash. (AWWA)
M.S. Zarghamee, Simpson Gumpertz & Heger Inc., Waltham, Mass. (AWWA)

生产商组织

S.A. Arnaout, Hanson Pipe & Products Inc., Dallas, Texas (AWWA)
H.H. Bardakjian, Ameron International, Rancho Cucamonga, Calif. (AWWA)
G. Bizien, Hyprescon Inc., St. Eustache, Que. (AWWA)
A.W. Tremblay, Price Brothers Company, Dayton, Ohio (AWWA)

在本标准审查和批准时，AWWA 混凝土压力管标准委员会具有以下工作人员：

Wayne R. Brunzell, 主席

David P. Prosser, 秘书

大众组织

W.R. Brunzell, Brunzell Associates Ltd., Skokie, Ill. (AWWA)
R.C. Edmunds, Jones Edmunds & Associates, Gainesville, Fla. (AWWA)
W.D. Ensor, Hampton, Va. (AWWA)
L.B. Freese, Freese and Nichols Inc., Fort Worth, Texas (AWWA)
J.K. Haney, HDR Engineering Inc., Austin, Texas (AWWA)
M.M. Hicks, MWH Americas Inc., Walnut Creek, Calif. (AWWA)
R.Y. Konyalian, Consultant, Huntington Beach, Calif. (AWWA)
S.A. McKelvie, Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas Inc., Boston, Mass. (AWWA)
T. Niemann, Elizabeth Niemann & Associates, Louisville, Ky. (NEWWA)
P.J. Olson, * Standards Engineer Liaison, AWWA, Denver, Colo. (AWWA)
J.J. Roller, CTL Group, Skokie, Ill. (AWWA)

A.E. Romer, Boyle Engineering Corporation, Newport Beach, Calif. (AWWA)

C.C. Sundberg, CH2M Hill, Issaquah, Wash. (AWWA)

M.S. Zarghamee, Simpson Gumpertz & Heger Inc., Waltham, Mass. (AWWA)

生产者组织

J.O. Alayon, Atlantic Pipe Corporation, San Juan, Puerto Rico (AWWA)

S.A. Arnaout, Hanson Pipe & Products Inc., Dallas, Texas (AWWA)

H.H. Bardakjian, Ameron International, Rancho Cucamonga, Calif. (AWWA)

G. Bizien, Hyprescon Inc., St. Eustache, Que. (AWWA)

D. Dechant, Northwest Pipe Company, Denver, Colo. (AWWA)

S.R. Malcolm, Vianini Pipe Inc., Somerville, N.J. (AWWA)

D.P. Prosser, American Concrete Pressure Pipe Association, Reston, Va. (ACPPA)

A.W. Tremblay, Price Brothers Company, Dayton, Ohio (AWWA)

用户组织

B.M. Bradish, City of Portsmouth, Portsmouth, Va. (AWWA)

J. Galleher, San Diego County Water Authority, Escondido, Calif. (AWWA)

J.W. Keith, Bureau of Reclamation, Denver, Colo. (弃权) (AWWA)

D. Marshall, Tarrant Regional Water District, Fort Worth, Texas (AWWA)

V.B. Soto, Los Angeles Department of Water & Power, Los Angeles, Calif. (AWWA)

D.A. Wiedyke, Consultant, Clinton Township, Mich. (AWWA)

*联络, 列席

目录

所有 AWWA 标准遵循随后所示的通用格式。该格式的某些变化可在某一特定标准中找到。

| | |
|-------------------------|----|
| 前言..... | 9 |
| I.前言..... | 9 |
| I.A 背景..... | 9 |
| I.B 历史..... | 13 |
| I.C 承认..... | 13 |
| II.特殊问题..... | 14 |
| III.本标准的使用..... | 15 |
| III.A 买方选择..... | 15 |
| III.B 标准修订..... | 16 |
| IV.重大修订..... | 16 |
| V.建议..... | 16 |
| 1.概述..... | 17 |
| 1.1 范围..... | 17 |
| 1.2 引用文件..... | 17 |
| 1.3 用途..... | 19 |
| 1.4 管结构..... | 19 |
| 1.5 公差..... | 20 |
| 1.6 定义..... | 20 |
| 1.7 米制 (SI) 等效..... | 21 |
| 2.负荷和内压力..... | 21 |
| 2.1 符号..... | 21 |
| 2.2 设计负荷和内压力..... | 22 |
| 2.3 负荷..... | 22 |
| 2.4 内压力..... | 23 |
| 3.负荷和内压力组合..... | 24 |
| 3.1 符号..... | 24 |
| 3.2 极限状态设计*的负载因子..... | 25 |
| 3.3 最小组合设计负荷和压力..... | 25 |
| 3.4 工作负荷和内压力..... | 25 |
| 3.5 工作负荷加瞬态负荷和内压力..... | 25 |
| 3.6 工作负荷和内部现场试验压力†..... | 26 |
| 3.7 负荷和压力因子..... | 26 |
| 4.弯矩和推力..... | 28 |
| 4.1 符号..... | 28 |

| | |
|------------------------------|----|
| 4.2 负荷分布..... | 29 |
| 4.3 弯矩和推力..... | 29 |
| 5.设计材料性能..... | 31 |
| 5.1 符号..... | 31 |
| 5.2 材料和制造标准..... | 32 |
| 5.3 芯部混凝土的性能..... | 32 |
| 5.4 涂层砂浆的性能..... | 37 |
| 5.5 钢圆筒性能..... | 38 |
| 5.6 预应力钢丝的性能..... | 39 |
| 6.来自预应力的应力*..... | 41 |
| 6.1 符号..... | 41 |
| 6.2 预应力损失..... | 43 |
| 6.3 单层预应力钢丝的应变状态..... | 43 |
| 6.4 多层预应力钢丝的应变状态..... | 43 |
| 6.5 弹性模量比..... | 45 |
| 6.6 地埋管蠕变因子设计值和收缩应力设计值*..... | 45 |
| 6.7 钢丝松弛系数..... | 47 |
| 7.极限状态荷载和预应力准则*..... | 49 |
| 7.1 符号..... | 49 |
| 7.2 极限状态设计..... | 50 |
| 7.3 使用可靠性极限状态设计准则..... | 50 |
| 7.4 弹性极限状态设计准则..... | 52 |
| 7.5 强度极限状态设计准则..... | 52 |
| 8.极限状态荷载和预应力的计算*..... | 53 |
| 8.1 符号..... | 53 |
| 8.2 极限状态设计规则..... | 57 |
| 8.3 最大内压力..... | 57 |
| 8.4 最大推力..... | 59 |
| 8.5 破裂压力..... | 60 |
| 8.6 径向拉伸..... | 60 |
| 8.7 设计极限状态下的荷载和内压力组合..... | 60 |
| 8.8 推力作用线..... | 61 |
| 8.9 符合极限状态准则*..... | 61 |
| 9.设计准则选项表..... | 77 |
| 9.1 设计示例 1..... | 78 |
| 9.2 设计示例 2..... | 78 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 9.3 设计示例 3..... | 79 |
| 9.4 线性圆筒管标准预应力设计表..... | 79 |
| 附录 A..... | 92 |
| A.1 前言..... | 92 |
| A.2 本标准 3.2 节的注释..... | 92 |
| A.3 本标准 3.5.1 节的注释..... | 92 |
| A.4 本标准 3.5.2 节的注释..... | 93 |
| A.5 本标准 3.6 节的注释..... | 93 |
| A.6 本标准 4.3.2 节的注释..... | 93 |
| A.7 本标准 4.3.3 节的注释..... | 94 |
| A.8 本标准 5.3.3 和 5.4.2 节的注释..... | 94 |
| A.9 本标准 5.3.4 和 5.4.3 节的注释..... | 94 |
| A.10 本标准 5.3.5 节的注释..... | 94 |
| A.11 本标准 5.5.2 节的注释..... | 95 |
| A.12 本标准 5.6.4 节的注释..... | 95 |
| A.13 本标准第 6 章的注释..... | 95 |
| A.14 本标准 6.4.1 的注释..... | 96 |
| A.15 本标准 6.6 的注释..... | 96 |
| A.16 本标准第 7 章的注释..... | 96 |
| A.17 本标准 7.5.5 的注释..... | 96 |
| A.18 本标准第 8 章的注释..... | 97 |
| A.19 本标准 8.9 的注释..... | 97 |
| 附录 B 参考文献..... | 103 |
| 附录 C 管子设计示例..... | 104 |
| C.1 前言..... | 104 |
| C.2 设计参数..... | 105 |
| C2.1 弯矩和推力系数..... | 107 |
| C.3 最大和最小钢丝面积..... | 108 |
| C3.1 基于最小钢丝间距的最大预应力钢丝面积..... | 108 |
| C3.2 基于最大钢丝间距的最大预应力钢丝面积..... | 108 |
| C3.3 基于破裂压力的最小预应力钢丝面积..... | 108 |
| C4.应力计算条件..... | 109 |
| C4.1 模量比..... | 109 |
| C4.2 蠕变, 收缩和钢丝松弛..... | 109 |
| C4.3 初始预应力..... | 111 |
| C4.4 最后预应力..... | 111 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| C4.5 减压压力..... | 112 |
| C.5 基于最大压力的最小预应力钢丝面积..... | 112 |
| C.6 最后设计面积用来自预应力的应力..... | 113 |
| C.7 在管子充满时的使用可靠性..... | 115 |
| C.8 在管底/管顶时的使用可靠性..... | 115 |
| C8.1 常量..... | 116 |
| C8.2 应变..... | 117 |
| C8.3 应力..... | 118 |
| C8.4 内力..... | 119 |
| C8.5 力值总和..... | 120 |
| C8.6 内部弯矩..... | 120 |
| C8.7 弯矩总和..... | 120 |
| C.9 管侧的使用可靠性..... | 121 |
| C9.1 常量..... | 122 |
| C9.2 应变..... | 123 |
| C9.3 应力..... | 123 |
| C9.4 内力..... | 124 |
| C9.5 力值总和..... | 124 |
| C9.6 内部弯矩..... | 124 |
| C9.7 钢丝弯矩总和..... | 125 |
| C.10 该管底/管顶时的弹性极限..... | 126 |
| C.11 在管侧时的弹性和钢丝屈服强度极限..... | 127 |
| C11.1 在管侧时的钢丝屈服极限状态..... | 128 |
| C11.2 在圆筒屈服时在管底处的临界推力 N_{yy} | 128 |
| C11.3 在管底的弯矩量程和在管侧的再分布弯矩..... | 129 |
| C11.4 在钢丝屈服时的临界推力 N_{sy} | 131 |
| C11.5 在钢丝屈服时的弯矩量程..... | 132 |
| C.12 在管侧时的芯部压碎性..... | 134 |
| C12.1 常量..... | 134 |
| C12.2 应变..... | 134 |
| C12.3 应力..... | 135 |
| C12.4 力..... | 136 |
| C12.5 力值总和..... | 136 |
| C12.6 弯矩..... | 136 |
| 图形 | |
| 图 1 内衬式和嵌入式圆筒管的管壁横截面示意图..... | 19 |

| | |
|---|------|
| 图 2 拉伸和压缩时混凝土和砂浆的应力-应变关系..... | 35 |
| 图 3 拉伸和压缩时钢圆筒的应力-应变关系..... | 39 |
| 图 4 在 fsg 缠绕之后, 规格 6 预应力钢丝在拉伸时的应力-应变关系..... | 40 |
| 图 5 管底和管底的管壁横截面应变和应力分布图..... | 64 |
| 图 6 管底和管底的管壁横截面应变和应力分布图..... | 68 |
| 图 7 用于计算芯部混凝土在极限压缩强度下的极限弯矩 M2 的应变和应力分布图..... | 72 |
| 图 8 用于计算涂层在极限压缩强度下的 M1 极限弯矩的应变和应力分布图..... | 75 |
| 图 9 预应力混凝土圆筒管路堤条件的底层详情..... | 90 |
| 图 A.1 最大温度 $\geq 90^{\circ}\text{F}$ (32°C) (除了 Alaska 最大温度 $\geq 70^{\circ}\text{C}$ (21°C)) 时的年平均天数 | 98 |
| 图 A.2 平均相对湿度 (1 月-3 月) | 99 |
| 图 A.3 平均相对湿度 (4 月-6 月) | 100 |
| 图 A.4 平均相对湿度 (7 月-9 月) | 101 |
| 图 A.5 平均相对湿度 (10 月-12 月) | 101 |
| 表格 | |
| 表 1 嵌入式圆筒管的负荷和压力因子..... | 27 |
| 表 2 内衬式圆筒管的负荷和压力因子..... | 27 |
| 表 3 嵌入式圆筒管设计荷载组合和计算参考准则..... | 57 |
| 表 4 内衬式圆筒管设计荷载组合和计算参考准则..... | 58 |
| 表 5 16in (410mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 80 |
| 表 6 18in (460mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 81 |
| 表 7 20in (510mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 82 |
| 表 8 24in (610mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 83 |
| 表 9 30in (760mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 84 |
| 表 10 36in (910mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 85 |
| 表 11 42in (1070mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 86 |
| 表 12 48in (1220mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 87 |
| 表 13 54in (1370mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 88 |
| 表 14 60in (1520mm) 衬里圆筒管的标准预应力设计*..... | 89 |
| 表 C.1 在管底/管顶时的使用可靠性计算摘要..... | 121 |
| 表 C.2 在管侧时的使用可靠性计算摘要..... | 126 |
| 表 C.3 在管底/管顶时的弹性极限计算摘要..... | 127 |
| 表 C.4 在管侧时的弹性极限和钢丝屈服极限计算摘要..... | 1273 |

前言

本前言仅作为参考信息，不作为 ANSI/AWWA C304 的一部分。

I.前言

IA 背景

本标准确定了预应力混凝土圆筒管（PCCP）结构设计的最低强制性要求，同时提供了设计步骤以确保满足设计要求。

本标准包含两种类型的 PCCP：（1）内衬式圆筒管（LCP），其芯部包含以混凝土填塞，随后高抗拉钢丝直接环绕钢圆筒卷绕进行预加应力的钢制圆筒，（2）嵌入式圆筒管（ECP），其芯部包含以混凝土包住，随后高抗拉钢丝直接环绕外部混凝土表面卷绕进行预加应力的钢制圆筒。两种管类型的芯部涂覆了波特兰水泥砂浆。

在本文件包含的程序和要求起草之前，通过两种不同程序来确定 PCCP 设计。本标准包含 ANSI*/AWWA C301-84《水和其它液体用预应力混凝土压力管，钢制圆筒类型》附录 A 和 B 所述的指定方法 A 和 B。

方法 A 采用了一种半经验方法，依据（1） W_o ，该值为 9/10 的导致早期裂缝的三边承载负荷试验；（2）理论静水压力 P_o ，该值减轻了预应力导致的混凝土芯部的计算残余压力。三边承载负荷和耐压力的允许组合通过三次抛物线进行测定，通过 W_o 和 P_o ，该值定义了这些组合的范围。采用 AWWA 手册 M9《混凝土压力管（1979）》和 ACPA 混凝土管设计手册（1988）†提供的基本因子，方法 A 所用的三边承载负荷转换为土负荷和瞬变载荷。

方法 B 基于以下程序，即限制管在静止外负荷和内压力下的最大组合净拉伸应力值等于 $7.5\sqrt{f'_c}$ ，式中 $\sqrt{f'_c}$ = 芯部混凝土的 28 天耐压强度，单位为 psi。（ $0.62\sqrt{f'_c}$ ，式中 $\sqrt{f'_c}$ = 芯部混凝土的 28 天耐压强度，单位为 MPa。）

*美国国家标准协会，地址：25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036

†美国混凝土管协会，地址：1303 West Walnut Hill Lane, Suite 305, Irving, TX 75038

对于 ECP, 两种设计方法都限制工作压力为 P_o , 而对于 LCP, 则限制工作压力为 $0.8P_o$, 其中 P_o 表示为克服芯部混凝土的所有压缩而需要的内压力, 不包含外部负荷。在瞬态条件下, 例如波动压力和活荷载产生的条件, 两种方法允许内压力和外部负荷增加。

在过去的接近半个世纪里, 尽管已经发现 PCCP 用户采用这两种设计方法可获得同样的保守结果, 但是仍起草了本标准所述的统一设计方法来替代方法 A 和 B。

统一设计程序确立了以下目标:

1. 该方法应替代现有两种方法, 即 ANSI/AWWA C301-84 所述的半经验方法 A 和工作应力方法 B。

2. 该方法应基于国家最先进的混凝土和预应力混凝土结构设计和分析程序。

3. 该方法应考虑管子的预应力状态, 外部负荷, 管子自重和流体重量和内部压力的组合影响。

4. 该方法应与美国混凝土压力管工业收集的 40 年经验数据结果一致。

5. 该方法应能阻止在工作加瞬态条件下产生可见裂纹。

6. 该方法应提供足够的基于弹性和强度极限状态的安全因子。

混凝土芯, 钢圆筒和预应力钢丝的残余应力的计算方法进行了更新, 以能分别解释混凝土弹性变形, 蠕变和收缩和预应力钢丝松弛(Zarghamee, Heger, 和 Dana 1988a; 见附录 B)的影响。ACI*委员会 209(1982)(ACI 1982, 见附录 B)推荐的依程序获得的固有钢丝松弛, 蠕变因子和收缩应变用于逐阶积分程序(Zarghamee 1990, 见附录 B), 以评估管元件的依时应力变化。逐阶积分程序结果适用于嵌入环境中的管子, 可用于简化实际设计所用的公式。

嵌入式管子的设计蠕变因子和收缩应变计算基于 ACI 委员会 209 的推荐程序。蠕变和收缩计算公式为时间, 相对湿度, 表面和容积之比, 加载年龄, 固化周期, 混凝土成分和放

*美国混凝土协会, 地址: American Concrete Institute, 38800 Country Club Drive, Farmington Hills, MI 48331

置方法的函数，蠕变因子和收缩应变的设计值基于管子在其典型暴露环境中暴露 50 年后获得的数据。以下方案给出作为默认环境：

- 1.管子起初在室外储存 270 天。
- 2.掩埋管子，保持管子中空 90 天。
- 3.管子充满水，保持周期为其设计寿命。

以上第 1 和第 2 条给出的时间周期可由买方进行选择。

通过测量预应力钢丝的固有损耗，在恒定应变下，考虑蠕变和收缩导致松弛损耗的减少，可获得钢丝松弛的设计因子，钢丝按 ASTM* A648《预应力混凝土管硬拉拔钢丝规范》进行制造。

简化程序单独考虑了混凝土蠕变和收缩和钢丝松弛，同时符合试验结果(Zarghamee, Fok 和 Sikiotis 1990, 见附录 B)和先前的设计规程(Zarghamee, Heger 和 Dana 1988b, 见附录 B)。

内压力，外部负荷，管子自重和流体重量的允许组合确定适用方法基于满足特定的极限状态设计标准(Heger, Zarghamee 和 Dana 1990, 见附录 B)。极限状态设计目的是确保管子在承受工作加瞬态设计负荷和压力时的使用可靠性能。极限状态设计也能确保将能维持预应力和管子强度的安全边际量，即使管子经历可能导致可见裂纹的异常情况。

极限状态设计程序基于内压力，外部负荷，管子自重和流体重量导致的极限周向推力和弯矩。该程序规定了当管子承受工作负荷压力，以及承受工作加瞬态负荷和压力时，不会超过特定极限状态设计标准值。

在设计程序中，采用了三组极限状态指标，即：正常使用，弹性和强度。为满足这三组极限状态指标，必须计算每一种极限状态相对应的组合负荷和压力。因此，必须计算极限状态相对应的管子的组合弯矩和推力，同时必须考虑无裂纹和开裂横截面。对精确计算这些组

*ASTM 国际，地址：100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428

合弯矩和推力，必须正确表示拉伸下混凝土和砂浆的结构性能。混凝土和砂浆的应力-应变

关系的三线性模型被用于 PCCP 的极限状态设计。

正常使用机械状态指标拟用于阻止芯部产生显微裂纹,同时控制工作负荷和压力下涂层的显微裂纹。这些指标也拟用于阻止芯部和涂层在工作加瞬态负荷和压力下产生可见裂纹。

提供的指标如下:

- 1.芯部裂纹控制。
- 2.径向拉伸控制;
- 3.涂层裂纹控制。
- 4.芯部压缩控制。
- 5.最大压力。

弹性极限状态定义为限制组合工作加瞬态负荷和压力,以使得如果在瞬间条件下预应力管子承受裂纹时,管子将能有弹性响应,以防止损伤或预应力损失。提供的指标如下:

- 1.钢丝应力控制。
- 2.钢圆筒应力控制。

强度极限状态定义为防止管子发生预应力钢丝屈服,在外边负荷下混凝土芯发生压碎和在内部压力下钢丝发生拉伸失效。安全因子适用于强度极限状态所产生的负荷和压力。提供的指标如下:

- 1.钢丝屈服强度控制。
- 2.芯部压缩强度控制。
- 3.破裂压力控制。
- 4.涂层粘接强度控制。

PCCP 的极限状态设计程序考虑了内压力,外部负荷,管子自重和流体重量的组合影响。

- 1.该程序是一个合理的程序,该程序基于国内最先进的混凝土结构工程设计惯例。
- 2.该程序采用了许多预应力混凝土管子及其组成材料试验所用的参数。
- 3.该程序通过 LCP 和 ECP 的组合负荷和三边支承验证试验结果得以证实。

本标准包含了预应力混凝土 LCP 的标准设计表格和 ECP 的设计实例。

I.B 历史

AWWA 混凝土压力管标准委员会建议起草 PCCP 的设计步骤，以按照 ANSI/AWWA C301 《钢圆筒类型的预应力混凝土压力管》生产压力管。在 1989 年 6 月 20 日，C301 设计委员会首先为此目的而起草了设计步骤。在其 1989 年 10 月的会议上，AWWA 标准委员会授权批准了一份单独的 PCCP 设计标准。本标准的第 1 版，即 ANSI/AWWA C304 《预应力混凝土圆筒管设计》于 1992 年 6 月 18 日被理事会批准。在 1999 年 1 月 24 日批准了第 2 版，并于 2007 年 1 月 21 日批准了第 3 版。

I.C 承认

在 1985 年 5 月，US 环境保护机构（USEPA）与 NSF 国际组织（NSF）达成联合协议，以共同起草所有直接和间接饮用水添加剂的自愿性第三方联合标准和验证程序。其它组织包括美国水作业协会研究基金会(AwwaRF)和国家健康和环境管理会议(COSHEM)。AWWA 和国家饮用水管理协会（ASDWA）随后合并。

在美国，授权规范产品用于饮用水，或者接触饮用水取决于各州的要求*。当地机构可选择执行比该州所要求更加严格的要求。为评估产品和饮用水添加剂对健康的影响，州政府和当地机构可使用不同的参考基准，包括：

1. USEPA 《饮用水办公室》先前执行的咨询程序，该程序于 1990 年 4 月 7 日终止。

2. 州政府或当地机构的特殊政策。

3. 按 NSF，NSF[†]/ANSI[‡] 60 《饮用水处理化学品-健康影响》和 NSF/ANSI 61 《饮用水系统成分-健康影响》起草的两个标准。

*美国之外的个人应联系相应管理机构获得授权。

†NSF 国际，地址：789 N. Dixboro Road, Ann Arbor, MI 48113。

‡美国国家标准协会，地址：25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036。

4. 其它引用文件，包括 AWWA 标准，食品化学法典，水化学品法典*和州政府或当地机

构规定的其它适用标准。

不同鉴定组织可按 NSF/ANSI 61 鉴定产品。各州政府或当地机构可在其管辖范围内授权承认或委托鉴定组织。鉴定组织的委托可能随着管辖区的不同而发生变化。

NSF/ANSI 61 附录 A“毒理学回顾和评价程序”不约定某一污染物的最大容许水平 (MAL)，同时污染物也不规定 USEPA 最后的最大污染水平 (MCL)。“未规定污染物”的未规定清单的 MAL 依据毒性试验指南 (非致癌) 和风险表征方法 (致癌物质) 而确定。取决于鉴定方，附录 A 程序使用可能不是总是一致。

ANSI/AWWA C304 没有列举添加剂要求。因此，本标准用户应咨询具有管辖权的相应州政府或当地机构，以：

1. 确定添加剂要求，包括适用的标准。
2. 确定所有组织的鉴定资质状态，以证明其产品能够接触或处理饮用水。
3. 确定产品鉴定的现行信息。

II. 特殊问题

从标准设计表可得，设计选择所需信息包括：

1. 管子内径(in. [mm])；
2. 内部工作压力(psi [kPa])；
3. 标准嵌入式类型。
4. 土覆盖管子的高度 pipe (ft [m])。

设计选择表所用标准指标的摘要总结见第 9.4 节之前的设计选择表格。如果买方要求不同的设计指标，则应由买方规定，并在合同文件中作出说明，同时在管子设计时予以考虑。

* 两份出版物可从国家科学院获得，地址：500 Fifth Street, N.W., Washington, DC 20001。

III.本标准的使用

AWWA 标准用户有责任确定本标准所述产品适用于待考虑的特定应用场合。

III.A 买方选择

对于标准设计表未包含的 LCP 设计，以及所有的 ECP 设计，必须执行本标准规定的设计程序。为此，买方将提供以下信息：

- 1.管子内径 pipe (in. [mm]);
- 2.液体单位重量(lb/ft³ [kg/m³]), 如果液体不是要求的淡水;
- 3.土覆盖管子的高度(ft [m])或外部静负荷(lb/ft²[kg/m²]);
- 4.外部堆积荷载(lb/ft² [kg/m²]);
- 5.外部瞬态荷载(lb/ft² [kg/m²]), 如果荷载不是要求的 AASHTO* HS20 荷载。
- 6.内部工作压力(psi [kPa]).;
- 7.内部瞬态压力(psi [kPa]);
- 8.内部现场试验压力(psi [kPa]);
- 9.安装要求;
- 10.室温环境的暴露时间周期 (天数), 如果不是 270 天;
- 11.室外环境的相对湿度;
- 12.管子充满水之前在掩埋环境下的暴露时间 (天数), 如果不是 90 天;

III.A.1 管子制造商将提供的信息：除了以上所列信息之外（第 III.A 节），管子制造商将提供以下信息：

- 1.钢圆筒的外径(in. [mm]);
- 2.钢圆筒的厚度(in. [mm]);
- 3.预应力钢丝的直径(in. [mm]);
- 4.预应力钢丝的等级 (II 或 III);
- 5.预应力钢丝的层数 (一层, 两层或三层);
- 6.预应力钢丝上的涂层厚度(in. [mm]);

*美国国家公路和运输官员协会，地址：444 North Capitol St.,N.W., Washington, DC 20001。

- 7.预应力层之间的涂层厚度(in. [mm]);
- 8.混凝土 28 天压缩强度(ksi [MPa]);
- 9.你、混凝土弹性模量的乘数, 如果小于 0.9;
- 10.混凝土蠕变系数乘数, 如果大于 1.1;
- 11.混凝土收缩应变乘数, 如果大于 1.1;
- 12.预应力钢丝固有松弛乘数, 如果大于 1.1。

III.B 标准修订

本标准条款, 定义或术语的任何修订必须由买方提供。

IV.重大修订

本版本对标准的重大修订如下:

- 1.本标准全文进行了编辑性修改, 以纠正错误, 同时更新本标准为 AWWA 标准类型。

V.建议

如果您对本标准有任何建议或问题, 请联系 AWWA 自愿者和技术支持组织, 电话: 3037947711, 传真: 3037957603, 或者给组织写信, 地址为: 6666 West Quincy Avenue, Denver, CO80235-3098, 或者 Email: standards@awwa.org。



美国水作业协会

安全水权威资源

AWWA 标准

预应力混凝土圆筒管设计

1. 概述

1.1 范围

本标准规定了在内压力下嵌入式预应力混凝土圆筒管（PCCP）结构设计所用方法。这些方法用于设计那些承受工作，瞬态和现场试验负荷和内压力组合影响的管子。

本标准的设计程序适用于内径为 16in~60in（410mm~1520mm）的内衬式圆筒管（LCP）和内径大于等于 24in（610mm）的嵌入式圆筒管（ECP）。

本标准没有列举如何设计预应力混凝土圆筒管的纵向静压推力约束。该主题信息见 AWWA 手册 M9《混凝土压力管》。

1.2 引用文件

ANSI*/AWWA C301《钢圆筒类型的预应力混凝土压力管》包含PCCP制造的标准要求。管子安装程序见AWWA手册M9《混凝土压力管》所述。

*美国国家标准协会，地址：25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036。

本标准引用了以下文件。在本标准规定范围之内，各引用文件的现行版本构成了本标准的一部分。在任何场合出现矛盾时，应以本标准要求为准。

AASHTO* HB-15—公路桥梁规范

ACI† 209R-92—蠕变，收缩和温度对混凝土结构的影响预测

ANSI/AWWA C301—钢圆筒类型的预应力混凝土压力管

ASTM‡ A648—预应力混凝土管用硬拉拔钢丝规范

ASTM C33—混凝土骨料规范

ASTM C39—圆筒混凝土试样的压缩强度标准试验方法

ASTM C192/C192M—实验室中混凝土试样制造和固化规范

ASTM C469—压力下混凝土的静态弹性模量及泊松比标准测试方法

ASTM C512—压力下混凝土的蠕变标准测试方法

混凝土管设计手册，美国混凝土管协会§

混凝土压力管， AWWA手册M9。AWWA, Denver, Colo. (1995).

FAA** AC150/5320-6C—机场跑道设计和评估

FAA AC150/5325-5C—飞机数据

铁路工程手册，美国铁路工程和维护方法协会††

*美国国家公路和运输官员协会，地址： 444 N. Capitol St. NW, Ste.429, Washington, DC 20001.

†美国混凝土协会，地址： 38800 Country Club Drive, Farmington Hills, MI 48331。

‡ASTM国际，地址： 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428。

§美国混凝土管协会，地址： 1303 West Walnut Hill Lane, Ste. 305, Irving, TX 75038。

**联邦航空管理局，地址： 800 Independence Avenue, SW, Washington, DC 20591。

††美国铁路工程和维护方法协会，地址： 10003 Derekwood Lane, Ste.210, Lanham, MD 20706。

完整版本请在线下单

或咨询：

TEL： 400-678-1309

QQ： 19315219

Email：info@lancarver.com

<http://www.lancarver.com>

对公账户：

单位名称：北京文心雕语翻译有限公司

开户行：中国工商银行北京清河镇支行

账 号：0200 1486 0900 0006 131

支付宝账户：info@lancarver.com

注：付款成功后，请预留电邮，完整版本将在一个工作日内通过电子 PDF 或 Word 形式发送至您的预留邮箱，如需索取发票，下单成功后的三个工作日内安排开具并寄出，预祝合作愉快！