

CECS ×××: 201×

**中国工程建设标准化协会**

**埋地给水钢管道水泥砂浆衬里技术标准**

翻译

CECS 10:20xx

(征求意见稿2016.10.31)

中 国 × × 出 版 社

**中国工程建设标准化协会**

**埋地给水钢管道水泥砂浆衬里技术标准**

翻译

CECS 10:20xx

(征求意见稿2016.10.31)

主编单位 北京市市政工程设计研究总院有限公司

批准单位 中国工程建设标准化协会

批准日期 20xx年 月 日

中 国 × × 出 版 社

201× 北 京

**前言**

埋地给水钢管道水泥砂浆衬里技术，可防止钢管道内壁腐蚀结垢，延长管道使用寿命，还能保护水质，保持或提高管道输水能力，节省能源，具有显著经济效益和社会效益。

CECS10：89标准实施20多年来，国内在水泥砂浆衬里技术应用方面积累了丰富的理论和实践经验，在衬里施工技术、设备和材料等方面都取得显著发展，国内外相关衬里技术的标准、规范和规程也有了很多调整，设计和施工单位对衬里技术有了更深入的体会和认识，同时给水管道工程日趋大型化和复杂化……为吸收多年来国内外衬里技术的成功经验，与国内外相关规范相协调，满足工程建设新形势下设计和施工应用需要，由北京市市政工程设计研究总院有限公司于20xx年xx月进行修编。本标准参照国内现行相关标准，结合工程实践并经征求有关专家和单位的意见，经全国管道结构标准技术委员会组织审定，现批准《埋地给水钢管道水泥砂浆衬里技术标准》，编号为CECS10：20xx，并推荐给各工程建设设计、施工单位使用。在使用过程中，请将意见及有关资料寄交北京西直门外北大街32号C座 全国管道结构标准技术委员会（邮政编码100082）。

**主 编 单 位：**北京市市政工程设计研究总院有限公司

**主要起草人:** XXX\XXX

**第一章 总 则**

**第1.0.1条** 为延长埋地给水钢管道的使用寿命，保护水质，保持或提高管道输水能力，确保水泥砂浆衬里的质量，特制订本标准。

**第1.0.2 条** 本标准适用于公称管径100mm及以上埋地新建或已建的给水钢管道

管内输送的水质应符合《地表水环境质量标准》(GB3838）或《生活饮用水卫生标准》（GB5749）的要求。水温不得超60℃。

**第1.0.3条** 本标准适用于在现场采用机械喷涂工艺的现场施工法以及采用离心成型法等工艺的工厂预制法。现场施工时，当管径大于1000mm，若无法采用机械喷涂设备施工并且有手工涂抹经验时，允许手工涂抹。

**第1.0.4条** 本标准所规定的衬里表面质量指标是按衬里表面粗糙系数n值不大于0.012的标准确定的。钢管道水力计算时应考虑加衬里后管道内径的减小。

**第1.0.5条** 钢制管道的设计强度应按无衬里时的强度计算。

**第1.0.6条** 钢制管道衬里的设计、施工、安全和检验，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

**第二章 材 料**

**第2.0.1条** 衬里用水泥应采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥及矿渣硅酸盐水泥，并且均应符合国家标准GB 175-2007《通用硅酸盐水泥》)的规定。水泥强度等级应高于32.5MPa或42.5MPa

**第2.0.2条** 砂颗粒要坚硬、洁净、级配良好。其质量标准及检验方法除应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》（JGJ52-2006）的规定外，砂中泥土，云母，页岩有机杂质以及其他有害物质的总重不应超过总重的2%。

砂颗粒应能全部通过1.25mm 的方孔筛；对于0.63 mm的方孔筛，筛余量应为0 -5% ；对于0.315mm的方孔筛，筛余量应49%-60% ；对于0.16mm的方孔筛，通过量应不超过5%。

**第2.0.3条** 水质必须清洁，不得含有泥土、油类、酸、碱、有机物等降低水泥砂浆强度、寿命和影响砂浆衬里质量的物质。用水宜采用生活饮用水，水质应符合表2.0.3的规定。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 指标 |
| 1 | 总含盐量（mg/mL） | ＜5 |
| 2 | SO4-2（mg/mL） | ＜2.7 |
| 3 | pH | 5~9 |

**第2.0.4条** 为改善砂浆和易性、密实度和粘结强度需掺加外加剂时，必须经过试验确定，不得采用对钢材有腐蚀作用的衬里砂浆外加剂。产品应有质量证明书及使用说明书加入外加剂的衬里应满足《生活饮用水输配水设备及防护材料卫生安全性评价标准》（GB/T 17219）的要求。

**第2.0.5条** 为减少管道变形便于施工，采用工厂预制法进行砂浆衬里施工前需在钢管道上设置增强钢筋或钢筋网时，增强钢筋或钢筋网的材料和规格应保证砂浆层对钢筋的覆盖，避免对钢管基材产生腐蚀和空鼓产生。

**第三章 施工规定**

**第一节 一般规定**

**第3.1.1条** 衬里在现场施工时，必须在管道铺设完毕、试压合格并按设计要求复土夯实后进行，衬里施工过程中，管道必须处于稳定状态。

衬里采用工厂预制法时，管道衬里在施工、堆放、运输、装卸、安装时，管道应保持稳定。

**第3.1.2条** 衬里现场施工前应检查管道的变形状况，管道竖向最大变位不应大于设计规定值，设计无要求时，钢管或球墨铸铁管变形率应不超过2%。

衬里工厂预制前，管道最大变位应满足施工工艺要求，保证衬里厚度均匀、密实和粘附力。

**第3.1.3条**衬里工厂预制前，采用离心工艺时，管内壁应采用喷砂除锈，除锈等级应达到《未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》（GB/T8923.1-2011）中的Sa1级。

衬里工厂预制采用其他工艺或现场衬里施工前，管内壁必须进行清扫，对新埋设的管道应去除松散的氧化铁皮、浮锈、泥土、油脂、焊渣、污杂物等附着物，钢管内壁焊缝凸起高度不得大于表3.3.1所规定厚度的 1/3，对旧管道还应去除锈瘤、水垢等附着物。附着物去除后应用水清洗。

衬里施工时管内壁不得有结露和积水。

**第二节 衬里用料的配制**

**第3.2.1条** 水泥砂浆必须用机械充分混合搅拌。砂浆稠度应符合衬里的匀质密实度要求。砂浆应在初凝前使用。

**第3.2.2条** 衬里采用机械喷涂工艺时，水泥砂浆重量配比可在1:1~1:2范围内选用。水泥砂浆坍落度宜取60~80mm，当管径小于1000mm时，允许提高，但不宜大于120mm。

衬里工厂预制时，应对水泥砂浆重量配比、砂浆稠度、离心涂覆时间速度、喷头的旋转速度和平移速度进行控制，保证内衬紧密而连续。

**第3.2.3条** 水泥砂浆抗压强度不得低于30MPa。抗压强度和质量密度的实验方法应符合《建筑砂浆基本性能试验方法标准》（JGJ/T 70-2009）的规定。

**第三节 衬里的施工及养护**

**第3.3.1条** 各种管径的衬里厚度及允许公差可按表3.3.1采用。

管径大于1000mm，当采用手工涂抹时，衬里厚度比表中指标值增加2mm，施工时应分层涂抹。

水泥砂浆衬里厚度指标 表3.3.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公称管径（mm） | 衬里厚度（mm） | 厚度公差（mm） |
| 100~250 | 6 | ±32 |
| 300~700 | 8 | ±32 |
| 800~1000 | 10 | ±22 |
| 1100~1500 | 12 | ±32 |
| 1600~1800 | 14 | ±32 |
| 2000~2200 | 15 | ±43 |
| 2400~2600 | 16 | ±43 |
| 大于2600 | 18 | ±43 |

**第3.3.2条** 对弯头、三通特殊管件和邻近闸阀附近管段等可采用手工涂抹，并以光滑的渐变段与机械喷涂的衬里相接。

**第3.3.3条** 对于采用离心工艺施工的衬里和管件的衬里，应采用蒸汽养护法或自然养护法；采用其他工艺施工的衬里，应采用自然养护法。

采用自然养护法时，管段衬里水泥砂浆达到终凝后，必须立即进行浇水养护，养护温度不得低于10 ℃，保持衬里湿润状态应在7天以上。当采用矿渣硅酸盐水泥时，保持湿润状态应在10天以上。养护期间管段内所有孔洞应严密封闭，当达到养护期限后，应及时充水，否则应继续进行养护。

采用蒸汽养护法时，养护温度为57~74℃，养护时间不得小于18小时。

**第四章 衬里质量检测标准及方法**

**第4.0.1条** 水泥砂浆衬里厚度可用钻孔方法或测厚仪检测，当采用测厚仪检测时，检测仪须经检测部门验证，其允许公差应按表3.3.1 的规定

当管径大于或等于800mm时，每100m长管段内抽查2个断面，每个断面上应测上下2个点，若其中1个点不合格时，再抽查4个断面，如其中仍有2个点不合格，则该检测段不合格。

管径小于800的管道，可取靠近管段两端处检测，检测标准同上。每段检测长度不应超过500m。

采用工厂预制法施工时，应至少在每一班或每台施工机组所生产的每种直径的钢管道中任意选取一根进行厚度检测。

**第4.0.2条** 水泥砂浆衬里的表面平整度。可用300mm直尺平行管道轴线测定衬里表面和直尺之间的间隙。

管径在800~2000mm时， 每100m管段内抽查10处，其中9处的间隙不应大于1.6mm，若不符合时，再抽测20处，其中18处的间隙不大于1.6mm，管径大于2000mm时，间隙不大于2.0mm，检测方法同上，否则为不合格。

管径小于800mm的管道，可取靠近管段两端处检测，每端检测4处，其中3处的间隙不应大于1.6mm，若不符合时，再抽测4处，其中3处的间隙不大于1.6mm，否则为不合格。每端检测长度不应超过500m。

采用工厂预制法施工时，应至少在每一班或每台施工机组所生产的每种直径的钢管道中任意选取一根进行厚度检测。

**第4.0.3条** 水泥砂浆衬里的表面粗糙度，当机械喷涂施工用样板比较检验；当手工涂抹施工时，以手感光滑无砂粒感检。当认为需要检测实际n值时，可在管道通水后进行流量试验。

采用工厂预制法施工时，应至少在每一班或每台施工机组所生产的每种直径的钢管道中任意选取一根进行厚度检测。

**第4.0.4条** 管径小于DN300：水泥砂浆衬里因收缩引起的裂缝，当其宽度小于或等于1.0mm时可不修复。当裂缝宽度大于1.0mm时，经加强养护后裂缝能自动愈合者，可认为合格。

管径大于等于DN300：水泥砂浆衬里因收缩引起的裂缝，当其宽度小于或等于1.6mm，且沿管道轴向的长度不大于管道圆周长和不大于5m时，可不修复。当裂缝宽度大于1.6mm时，经加强养护后裂缝能自动愈合者，可认为合格。

采用工厂预制法施工时，应逐根对砂浆衬里进行裂缝检测。

**第4.0.5条** 水泥砂浆衬里表面缺陷（麻面、砂穴、空窝等）。每处不得大于5cm2，单个缺陷的深度根据管径大小不得大于表3.3.1中厚度公差的数值。

**第4.0.6条** 以手锤轻击衬里表面的音响判断空鼓。每处空鼓面积不得大于400cm2。

**第五章 修 补**

**第5.0.1条** 不合格的表面缺陷、裂缝、空鼓等，必须认真修补。修补所用的材料、配比等应与原衬里相同并应按照第3.3.3条的要求及时进行养护。

**第5.0.2条** 修补后的衬里仍应按第四章的规定进行检测。

**第六章 装卸、运输及堆放**

**第6.0.1条** 在衬里养护期内不得进行装卸和运输。  
**第6.0.2条** 装卸和运输前必须用保护帽将钢管两端的衬里保护好。

**第6.0.3条** 装卸时，应使用配备专用吊具的起重设备，并应轻装、轻卸，不得损坏衬里。  
 **第6.0.4条** 运输时应使用专用车辆。允许钢管的长度超过车体，但超过的部分不得大于lm 。  
 **第6.0.5条** 应在具有多个支撑点的平地上堆放，堆放时不得撞击。管径>1000mm时，应水平铺放，不能堆放。管径≤1000时,可根据管径的大小而酌情堆放。

**附 录 本标准用词说明**

执行本标准条文时，对要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

1. 表示很严格，非这样做不可的用词：正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。
2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词：正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”或“不可”

**中国工程建设标准化协会**

**埋地给水钢管道**

**水泥砂浆衬里技术标准**

CECS 10:20xx

**条文说明**

**第一章 总 则**

**第1.0.1条** 用水泥砂浆衬里做给水金属管道内壁防护层，最早在1836年出现法国。为解决铸铁给水管道内壁腐蚀结垢问题，国内上海、青岛等地在1960年后开始采用水泥涂衬并收到良好效果。

无内衬保护的钢管道内壁腐蚀结垢后，其比阻值增加，输水能力随之下降。美国威廉·哈曾（Hazen.Willinms）总结了19个城市给水管道使用情况，以Dg1000mm管道为例，管道使用10年后，其阻力系数较开始使用时增加到1.32倍；20年后为1.69倍；50年后为2.85倍。

给水钢管道采用水泥砂浆衬里，使钢管内壁和水不直接接触，而仅与浸透衬里PH值较高（PH值达12以上）的溶液接触，从而抑制了钢管内壁被氧化和腐蚀结垢，同时，由于水泥砂浆化学性质比较稳定，清水与之接触水质不受影响，并防止了铁锈对水的污染，保护了水质。

给水钢管水泥砂浆衬里首先在美国被采用。原标准（CECS10：89）是在总结归纳当时的国内外工程实践经验，并参考美国标准《Cement Mortar Lining of Water Pipelines in Place—4 In.(100mm) and Larger》（AWWA C602-83）和日本水道协会标准《给水钢管水泥砂浆涂衬标准》（JWWA A19-1979）制定的。标准实施以来在指导设计和施工方面发挥了重大作用，取得了显著的经济效益和社会效益。

原标准实施20多年，标准编制时所参考的国外标准版本数次更新，AWWA C602-83已经更新为AWWA C602-2011，期间美国还针对采用水泥砂浆衬里的工厂预制法颁布了《Cement Mortar Protective Lining and Coating for Steel Water Pipe—4 In.(100mm) and Larger—Shop Applied》(AWWA C205-2012)。日本水道协会编制的JWWA A109-1979也更新为JWWA A109-2000版。国内其它行业也制定了水泥砂浆衬里的标准，例如石油天然气行业标准《钢质管道水泥沙浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）和《球墨铸铁管和管件水泥砂浆内衬》（GB/T17457-2009）等。

原标准实施以来，随着国内经济和科技的不断发展，管道工程日趋大型化和复杂化，对工程质量的要求日益提高，水泥砂浆衬里技术的应用过程中积累了大量的实践经验，也面临不少挑战，原标准中不少内容都需要进一步补充和完善。修编后的标准将与国内外相关标准进一步接轨，适应目前国内对给水钢管道水泥砂浆衬里技术的新要求，满足设计和施工应用需要，保证工程质量。

**第1.0.2条** 本条文规定了本标准的适用管径范围。随着国内水泥砂浆衬里技术的发展，用于现场施工的机械喷涂设备规格日趋完善，小口径钢管通过工厂预制法进行施工的经验也有很多，参照国内石油天然气行业标准和美国AWWA C205-2012的规定，将可进行水泥砂浆衬里施工的管径由500mm以上调整为100mm及以上。

考虑工业循环水管道的需要，根据水泥砂浆衬里的耐温性能，规定了输送水的温度不得超过60℃.

**第1.0.3条** 目前我国的水泥砂浆衬里的施工分为现场施工和工厂预制两种型式。水泥砂浆衬里技术主要包括离心成型法、风送挤涂法、涂敷机涂敷法、机械喷涂法和手工涂抹法。离心成型法适用于在预制厂内成型的单根钢管；风送挤涂法、涂敷机涂敷法和机械喷涂法均适用于在施工现场成型的施工管段（一般长度大于500M)。为确保施工质量，国外还有机械喷涂+离心成型工艺，即在机械喷涂的基础上，再增加一道离心成型工艺，提高了砂浆衬里的均匀度和密实度。

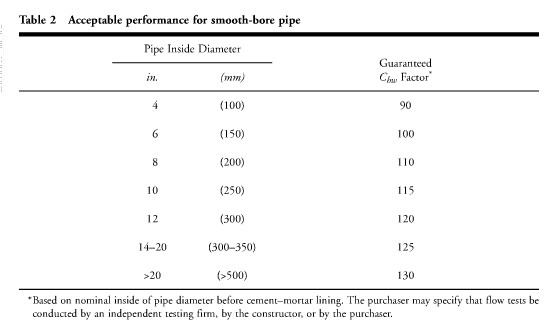
美国AWWA C602-2011标准中规定管径大于600mm可采用手工涂抹法。考虑到机械喷涂的衬里比手工涂抹的质量稳定，为减少手工涂抹操作难度，保证衬里施工质量，本条文仍规定管径大于1000mm，且具有手工涂抹条件的，在严格按照施工规程操作的前提下，达到质量标准的，允许采用手工涂抹。

**第1.0.4条** 参考国内相关工程的设计和实测资料，按本标准施工完成的砂浆衬里，一般情况下其粗糙系数n值均可保证低于0.012。《室外给水设计规范》（GB50013-2006）规定：采用水泥砂浆内衬的金属管道，水力计算公式采用舍齐公式和曼宁公式，水力计算参数的粗糙系数n，其取值范围为0.011~0.012。

美国AWWA C602-2011采用海曾-威廉系数作为衬里光滑程度的指标，管径小于300钢管衬里的海曾-威廉系数小于120，相当于n值可大于0.012（小口径管道要求的表面光滑程度较低），管径小于500钢管衬里的海曾-威廉系数大于130，相当于n值须小于0.012（大口径管道要求的表面光滑程度较高），详见下表。

考虑到目前内衬施工技术水平、减少输水能耗，本条文依旧维持n不大于0.012作为衬里光滑度的质量指标，且在施工单位具备成功工程经验和保障措施的前提下，可以采用更低的n值，作为衬里的表面质量指标，并作为水力计算的参数。

对于小管径来说，衬里施工后管道内径减小对水力计算值影响较大，水力计算时应考虑此因素。



**第二章 材 料**

**第2.0.1条** 衬里用水泥品种的选择。国外标准中，认为波特兰水泥、矿渣水泥、粉煤灰水泥以及火山灰水泥等均可使用，但一般使用波特兰水泥（硅酸盐水泥）较多。为避免或减少由收缩引起的裂缝，应尽量选择干缩性较小的品种（硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥）：同时应考虑材料供应条件。故本条文规定采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥。

《通用硅酸盐水泥》（GB 175-2007）中，水泥标号采用了新的标准，原水泥标号425号相当于现在的水泥强度等级32.5MPa，原水泥标号525号相当于相当于现在的水泥强度等级42.5MPa。

**第2.0.2条** 水泥砂浆用砂宜选用河砂，当采用海砂时必须严格遵守砂中氯离子含量，满足《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》（JGJ 52-2006）规定的要求。

砂中的泥土、云母、片状颗粒及有机杂质等的限制含量。国外标准中规定不太统一。美国AWWA C602—2011中规定其总重量不超过连砂在内总重的3%，并限制了一些物质的最高含量（页岩1%，粘土、块状物1%，云母及有害物质2%）。《钢质管道水泥沙浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）规定：衬里所用的砂应为天然细砂，其质量应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52-2006的规定。但云母含量应不大于1%，坚固性循环检验后的质量损失率应小于8%。《钢质管道水泥砂浆衬里风送挤涂工艺》（SYT 4077-1995）规定：砂中有害物质(主要指泥土、有机物、折合成SO3的硫化物及硫酸盐、云母、轻物质)的总含量不得超过砂总质量的3%。

综上情况，结合我国普通混凝土用砂质量标准及检验方法（JGJ 52—2006）中提出的，砂中粘土、泥灰、粉末等不得超过砂总重的3%，煤屑、云母等不得超过砂总重的1%的质量要求，考虑到钢管衬里质量的重要性，本条文规定，衬里用砂的质量标准除应符合JGJ 52—2006标准外，砂中泥土、云母及其它有害杂质的总重量不应超过包括砂在内总重的2%。

本条文同时规定了砂颗粒应具有的级配，系参考《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）中的参数。

**第2.0.3条** 本条文根据水泥砂浆制备对水的要求，参考《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）制定。

**第2.0.4条** 为改善砂浆和易性、密实度和粘结强度，国外标准及石油部相关标准中均允许在衬里用的水泥砂浆中掺入不影响水泥砂浆质量、对生活饮用水无有害作用并改进砂浆性能的外加剂。考虑到水泥砂浆是附着在钢管内壁上，不允许含有对钢材有腐蚀作用的物质。因此，本条文中规定了衬里用水泥砂浆，允许掺入通过试验确定的外加剂，加入外加剂后的衬里应满足GB/T 17219 《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准中的规定》。

**第2.0.5条** 本条文为新增内容，参照美国AWWA C205-2011制定。采用工厂预制法进行砂浆衬里施工时，为避免钢管产生过大的变形影响衬里质量，可在钢管道内焊接增强钢丝网或钢筋。增强钢筋性质应与钢管基材保持相同或相近，不得采用与钢管基材易产生电位差的金属材料。增强钢筋及钢筋网横截面直径应小于涂层厚度的三分之一是考虑到水泥砂浆涂层能有效地覆盖钢筋及钢筋网的表面并有一定的强度：钢筋网格不应小于25毫米\*25毫米是考虑到水泥砂浆与管内壁因钢筋太密而发生空鼓。

**第三章 施工规定**

**第一节 一般规定**

**第3.1.1条** 埋地给水钢管道的结构设计，为合理使用钢材，充分发挥其强度较高，延性良好的特点，目前国内外一般均按柔性管设计。当钢管道（大口径）未埋入地下时，钢管四周无土壤弹抗作用，其自重变形较大，且变形处于不稳定状态，此时不允许进行水泥砂浆衬里的施工；钢管道埋入地下，按设计要求覆土夯实后，钢管道在设计允许变形范围内处于稳定状态，此时方允许进行水泥砂浆衬里的施工。实践证明，按上述程序进行，衬里的质量得到保证。为此，本条文规定，水泥砂浆衬里在现场施工时，必须在管道铺设完毕，试压合格并按设计要求覆土夯实后进行。

国内工程实践证明，水泥砂浆衬里采用工厂预制法施工时，如果衬里从工厂加工直到施工完毕，采取有效的措施保证管道处于稳定状态，完全可以保障衬里质量，因此本条文增加工厂预制法进行砂浆衬里施工的相关要求。

**第3.1.2条** 采用机械喷涂进行钢管道水泥砂浆衬里施工时，其回转抹子具有一定的伸缩弹性，但为保证在喷涂过程中需要的压力，其伸缩范围需有一定的限制，以保证水泥砂桨能密实地附着在管壁上，因此对埋地钢管道的变形需有一定的要求。埋地钢管道的结构设计，其刚度验算要求管道的变形在荷载作用下，垂直直径方向上的总变形值，一般应不大于2%。因此本条文规定，采用机械喷涂工艺现场施工衬里时，钢管道的竖向最大变位应不大于设计规定值，且不得大于管径的2%。

水泥砂浆衬里采用工厂预制法施工时，如果采用离心成型工艺，管道变位不但会影响衬里的厚度均匀度，也会影响离心施工工艺参数；如果采用其它工艺，管道最大变位值应保证衬里厚度一致。

根据上述情况，本条文对于砂浆衬里在工厂预制法施工时的管道最大变位值不做具体要求，只要求其满足施工工艺要求，保证衬里厚度均匀和粘附力等指标。

**第3.1.3条** 衬里现场施工前，管内壁上的各种附着物必须去除，最后用水清洗干净，其中管壁的除锈程度要求，国内外标准要求的不一致。

《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）中对于不同的衬里施工工艺，规定了不同的内表面清理标准。对于采用工厂预制法的离心工艺时，钢管内表面要求采用喷射除锈，除锈等级应达到《未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》（GB/T8923.1-2011）中规定的Sa1级。对于现场施工法的其它工艺要求管段内表面采用除锈器或手工工具除锈，除锈等级应达到《未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》（GB/T8923.1-2011）中规定的St2级。

国外标准中一般要求去除浮锈即可，美国AWWA C602—2011标准中还明确提出不要求喷丸除锈；从国内工程实践看，去除浮锈可以满足衬里与管壁附着结合的要求。因此本条文对于离心施工工艺，管内壁除锈等级要求为Sa1级，对于其他工艺的衬里，管内壁除锈要求与原标准一致。

钢管焊制及现场安装焊接对口，允许有偏差，《给水排水管道施工及验收规范》（GB50268—2008）中规定 ，管道焊接接头内壁应做到平整，内壁的错边量应小于或等于0.2t，且不得大于2mm。《建筑安装工程质量检验评定标准工业管道安装工程》（TJ 302—77）钢管安装工程中，对焊接错口的公差未明确规定，但对管道焊口平直度提出了允许公差为2mm（壁厚10mm-20mm），3mm（壁厚大于20mm）。在上述规定的基础上，为保证水泥砂浆衬有足够的厚度，本条文中规定钢管内壁焊缝凸起高度（包括错口偏量）不得大于衬里规定厚度的1/3。

**第二节 衬里用料的配制**

**第3.2.1条** 本条文参考《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）制定。水的用量应以保证水泥砂浆的稠度90－110mm为准，因砂中有水，可先用水泥质量的32％-40％试配。水泥砂浆稠度的试验方法应符合《 建筑砂浆基本性能试验方法》 JGJ70-2009 的规定。

**第3.2.2条** 美国AWWA C602-2011中提出衬里用的水泥砂浆的配比为 1:1~1:1.5 （体积比）。《球墨铸铁管和管件水泥砂浆内衬》（GB/T17457-2009）提出水泥和砂子的质量比应为1:3.5。 《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）中水泥和砂子的配比为1:1~1:1.7（质量比）。

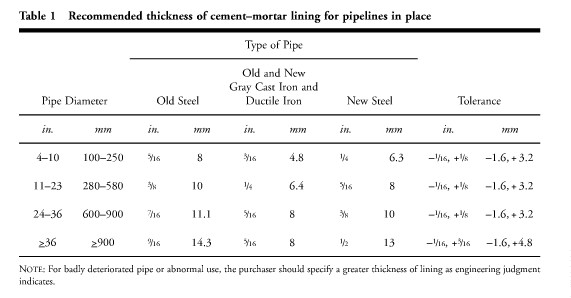
为控制水泥砂浆具有最佳稠度和良好的和易性时的最小含水量（包括管壁的吸水量），以保持砂浆与管壁良好的结合和避免过大的收缩，衬里施工前应检测水泥砂浆的坍落度。美国 AWWA C602-06衬里用的水泥砂浆坍落度指标和AWWA C602-83中的相同。

考虑到水泥砂浆的配比大小与要求的砂浆强度、使用的水泥品种、施工方法等均有密切关系，本条文综合上述各标准中的数据及施工经验规定：当衬里采用机械喷涂时工艺时，水泥砂浆重量比和坍落度要求与原标准相同；衬里采用工厂预制时，水泥砂浆重量比和坍落度可根据具体的施工工艺，在满足运行工艺和保证衬里密实度条件下确定。

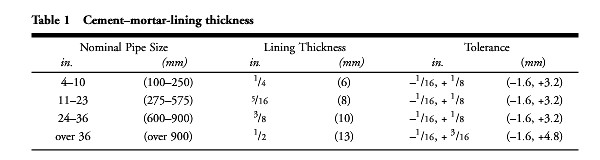
**第3.2.3条** 《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）规定衬里的抗压强度不得低于38 MPa，质量密度不得低于2 .16kg / dm3。美国AWWA C602 -2011规定水泥砂浆测试圆柱体在28天内应该获得最小抗压强度31MPa。根据水泥砂浆的配比，衬里质量及施工、使用的要求，本条文规定的水泥砂浆的抗压强度，与原标准相同。

**第三节 衬里的施工及养护**

**第3.3.1条** 美国AWWA C602-2011标准中对采用现场施工法施工的水泥砂浆厚度要求：



美国AWWA C205-2012标准对采用工厂预制法施工的水泥砂浆厚度要求：



《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）对于采用现场施工法和离心工艺施工的水泥砂浆衬里厚度要求：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢管外径  （mm） | 衬 里 | |
| 最小厚度（mm） | 最大厚度（mm） |
| 60.3 | 3.2 | 6.4 |
| 73.0 | 3.2 | 6.4 |
| 88.9 | 4.0 | 7.9 |
| 114.3 | 4.0 | 9.5 |
| 168.3 | 4.8 | 11.1 |
| 219.1 | 6.4 | 15.9 |
| 273.1 | 9.5 | 22.2 |
| 323.9 | 9.5 | 22.2 |
| 406.4 | 11.1 | 25.4 |
| 426.0 | 11.1 | 25.4 |
| 457.2 | 11.1 | 25.4 |
| 508.0 | 12.7 | 28.6 |
| 559.0 | 12.7 | 28.6 |
| 711.0 | 12.7 | 28.6 |
| 820.0 | 12.7 | 28.6 |
| 914.0 | 14.3 | 31.8 |
| 1060.0 | 15.9 | 34.9 |
| 1420.0 | 17.5 | 38.1 |
| 1820.0 | 19.1 | 41.3 |

《球墨铸铁管和管件水泥砂浆内衬》的规范GB/T17457-2009规定衬里厚度：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| DN组 | 公称规格DN | 内 衬 厚 度 | | 最大裂缝宽度和径向位移（饮用水）/mm |
| 公称值 | 某一点最小值 |
| I | 100 | 3 | 2 | 0.8 |
| 125 |
| 150 |
| 200 |
| 250 |
| 300 |
| II | 350 | 5 | 3 | 0.8 |
| 400 |
| 450 |
| 500 |
| 600 |
| III | 700 | 6 | 3.5 | 1 |
| 800 |
| 900 |
| 1000 |
| 1100 |
| 1200 |
| IV | 1400 | 9 | 6 | 1.2 |
| 1500 |
| 1600 |
| 1800 |
| 2000 |
| V | 2200 | 12 | 7 | 1.5 |
| 2400 |
| 2600 |

原标准编制时参考的AWWA C602的版本由原来的1984版更新为2011版，2011版中规定的衬里厚度指标比1984版本中规定值要厚，例如DN100~250新钢管的衬里厚度由原来的4.8mm增加到6.3mm，DN275~575新钢管的衬里厚度由原来的6.4mm增加到8mm，DN600~900新钢管的衬里厚度由原来的6.4mm增加到10mm，1984版中大于DN2300钢管衬里厚度只有12.7mm，2011版中大于DN900钢管衬里厚度增加到13mm……

2011版的AWWA C602中规定的现场施工法衬里厚度指标和2012版AWWA C205中规定的工厂预制法的衬里厚度指标基本相等。

原标准编制时参考的JWWA A-109的版本由原来的1979版更新为2000版，两个版本中规定的衬里厚度指标没有变化，JWWA A-109于2003年6月废止。

《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）中规定了采用现场施工和工厂预制两种施工方法时钢管水泥砂浆衬里最大值和最小值，并且两种施工方法的衬里厚度指标相同，衬里厚度指标和其它标准相比偏厚。

《球墨铸铁管和管件水泥砂浆内衬》（GB/T17457-2009）中规定了采用离心涂覆和旋转喷射头两种涂覆方式时，球墨铸铁管水泥砂浆衬里的公称值和最小值，两种涂覆方式的衬里厚度指标一致，且指标和其它规范相比偏薄。

综上所述：原标准规定厚度指标与现行的国内外标准基本一致；现行的国内外标准中，不同施工方法规定的水泥砂浆衬里厚度指标相同。考虑到原标准实施多年，工程质量得到大量实践验证，为保障工程质量且与国内外标准协调一致，本条文维持原标准中规定的衬里厚度指标，且各种工法采用同一标准，新增加管径DN100~DN450的衬里厚度指标参考AWWA C602和AWWA C205中指标值确定。

**第3.3.2条** AWWA C602-2011规定对于不具备机械喷涂条件，且管径大于600mm管道以及弯头、三通、特殊管件和邻近闸阀附近管段等可采用手工涂抹。 《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）明确人工涂抹法主要适用于弯头衬里的施工或对衬里的补口和修补。为保证工程质量，减少手工涂抹的工程量，依然规定管径大于1000mm的管道可采用手工涂抹。

**第3.3.3条** 本条文参考国内外标准规定了采用不同工艺施工的衬里应采用的养护方法和养护要求。

《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）标准提出：对于风送挤涂法、涂敷机涂敷法、机械喷涂法和手工涂抹法施工的管道衬里，应采用自然养护法；对于离心法施工的衬里和管件的衬里，应采用蒸汽养护法或自然养护法。

水泥砂浆衬里的养护，是保证衬里达到质量标准的关键环节。国外标准均对衬里的养护规定了较高的要求，如美国AWWA C6O2-2011中，规定要在内衬机械施工完成后马上进行养护，进行养护的管段需用密封布覆盖管段开口处，保证内衬维持在湿润状态。养护期直到管道充水（施工部门养护期为 7 天，以后由使用部门养护或充水）。AWWA C6O2-2011还对使用者的养护进行了规定：内衬施工完成后应该尽快通水来防止内衬发生损坏。在内衬施工24小时以内不应对内衬进行人为加压。

因此本条文中规定管段衬里浇水养护保持湿润状态应在 7 天以上。并规定当采用矿渣硅酸盐水泥时（早期强度低，干缩性大），保持湿润状态的养护时间应延长至 10 天以上。同时规定了在养护期间，管段上所有孔洞应严密封闭，当达到养护期后应及时充水，否则应继续进行养护，以保证衬里质量。

**第四章 衬里质量检测标准及方法**

本章节中衬里厚度、裂缝和外观质量的检测频率系参考《球墨铸铁管和管件水泥砂浆内衬》（GB/T17457-2009）规定。

**第4.0.1条** 衬里的厚度应符合第 3.3.1条规定要 求。厚度的检测采用测厚仪比较方便，但目前国内相关厂家依旧多采用钻孔方法检测，虽麻烦一些，但检测数值准确，故本条文提出用钻孔方法或检测部门同意采用的测厚仪检测。AWWA C602-2011标准规定管径 600mm以上管道应由人进入管道检测。考虑到管径 60Omm人进入已感困难，如用钻孔方法检测厚度，将无法操作。本条文规定管径大于或等于800mm时由人进入检测。

根据衬里厚度均匀的要求及可能的施工管段长度，本条文规定当管径大于 800 mm 时，每 100m管段内，进行 2个断面的厚度检测，当管径小于 800mm时取靠近管段两端检测。衬里施工经验表明，管段断面左右两侧衬里厚度容易做到符合要求，而上下侧容易出现厚度误差。据此本条文规定管道断面上下侧作为每个断面的检测点。

**第4.0.2条** 衬里表面应光滑，无螺纹线凸肩，否则将影响管道过水能力。衬里表面平整度的检验，目前国内外均采用靠尺量隙法，即用 300mm长的直尺平行管道轴线测定衬里表面和直尺之间的间隙。美国 AWWA C602 -2011 标准中规定，当抽查 10 处，其中 9 处衬里表面与直尺之间的间隙不大于1.6mm ，则认为是光滑合格的。而对于原管道（一般指旧管道）内壁粗糙或不规则的管道，若其间隙以不大于3.2mm ，也为合格。本条文根据国内工程实践经验，按管径的不同，分别规定了表面平整度检测标准。

**第4.0.3条** 第1.0.4条中已述及，衬里表面的粗糙（光滑）程度直接影响着管道的过水能力，并明确规定衬里表面的粗糙系数n不大于0.012为其质量指标。

由于在管道未通水前，衬里表面的n值目前尚无准确的检测方法，一般只能采用间接方法检测。对于机械喷涂施工，本条文推荐采用比较法检测n值，即由衬里施工部门根据积累（包括测定经验）的经验，做出n值不大于 0 .012 的衬里样板，在现场做比测检验。对于手工涂抹施工，由于衬里表面通过手工用抹子压光，其光滑程度较佳，因此本条文推荐采用以手感光滑无砂粒感作为检验方法。当管道通水后，通过流量试验可以取得衬里表面的n值。本条文提出当认为需要检验实际n值时，可在管道通水后进行流量试验。

**第4.0.4条** 衬里不允许出现有害的裂缝，以保证衬里的使用寿命。衬里因收缩引起的裂缝，在湿润条件下养护或充水浸泡早期，由于水泥的水化作用继续在进行，当裂缝宽度不大时裂缝能自动愈合。

美国 AWWA C602-2011中规定：衬里因收缩引起的裂缝，宽度小于1.6mm不需修补，宽度大于1.6mm，但经在水中浸泡可自动愈合者，管理部门满意的情况下可不予修补。AWWA C205-2012中规定：宽度小于1.6mm的裂缝以及得到业主许可情况下且设计不考虑再加涂水泥砂浆层时，宽度小于3.2mm的裂缝也可以不进行修补。

《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）中规定：“因收缩引起的裂纹的宽度不得大于1.6mm，且沿管道轴向的长度不得大于管道周长或不得大于5m”。同时对于“大于宽度大于1.6mm的裂缝，如果有充分证明，经水中浸泡可自动愈合，则经用户同意后可不进行修补”。

《球墨铸铁管和管件水泥砂浆内衬》（GB/T17457-2009）规定了不同管径的水泥砂浆衬里裂缝的不同指标值，DN100~DN2600管径的衬里裂缝指标为0.8~1.5mm，其规定的裂缝指标相对于其他规范偏严。鉴于球墨铸铁管水泥砂浆衬里厚度偏薄，为保证砂浆防腐质量，裂缝宽度偏小是合理的。本标准采用的衬里厚度高于球墨铸铁管，因此相比球墨铸铁管，本标准的衬里裂缝宽度可适当放宽。

现行的国内外标准中，钢管水泥砂浆衬里裂缝宽度规定值相同，因此本次修订基本维持原标准中规定的衬里厚度指标，即管径大于DN500的钢管，衬里裂缝宽度要求与原标准一致；新增加管径DN100~DN450的衬里裂缝宽度指标参考《球墨铸铁管和管件水泥砂浆内衬》（GB/T17457-2009）中的相关指标确定。

**第4.0.5条** 对于衬里表面的缺陷（麻面、砂穴、空窝等），国外标准中仅规定要进行修补，未提及于什么情况下需修补。考虑到衬里质量对这类缺陷的检验要求，本条文中根据国内工程实践，规定了单个缺陷的面积大于5 cm2或单个缺陷的深度大于衬里规定厚度的公差时应进行修补。

**第4.0.6条**衬里发生较大面积的空鼓时，影响衬里的使用寿命。为此规定每处空鼓面积大于 400 cm2时应进行修补。

**第五章 修补**

**第5.0.1条** 不合格的部位必须进行认真的修补。不合格部位面积较小时，可手工清除和重新涂衬；面积较大时应采用最实用的方法进行修补或重新进行涂衬。为保证衬里修补的质量，其所用材料和配比应与原衬里相同，并按照第 4.0.6条的要求及时进行养护。不合格的衬里应进行修补。《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）提出采用离心法施工的衬里，应在成型后15min 内完成修补；采用其它方法施工的衬里，宜在水泥砂浆终凝前完成修补。

**第5.0.2条** 修补或重新涂衬的衬里其质量检验应与管道衬里施工的要求一致，故规定修补后的衬里，应仍按第四章的规定进行检测。

**第六章 装卸、运输及堆放**

为保证采用工厂预制法施工的水泥砂浆衬里的质量，对于钢管道在装卸、运输和堆放过程中提出的要求，本章节参照《钢制管道水泥砂浆衬里技术标准》（SY/T 0321-2000）相关制定。

为防止钢管道在装卸、运输和堆放过程中钢管变形，影响衬里质量，可在钢管道装卸、运输和堆放时，在钢管道内两端距管头1m左右加设竖向支撑。