

# PCCP管和球墨铸铁管的性能对比

## 一.pccp管的生产工艺介绍

## 二.pccp管的安装

## 三.pccp管和球墨铸铁管的性能对比

本资料是我们公司通过多年在世界范围的工程项目中积累的经验，吸取由最终客户提供的产品使用信息，为了保护客户的投资效益，我们汇总了一部分的材料性能供您参考。

公司保留对本资料的全部解释权，全文代表公司对相关材料的认识，作为交流的目的，不负担任何直接或者间接的法律责任。

本资料的技术数据仅供参考，不得复制，转载。

# 第一章 PCCP管的生产工艺介绍

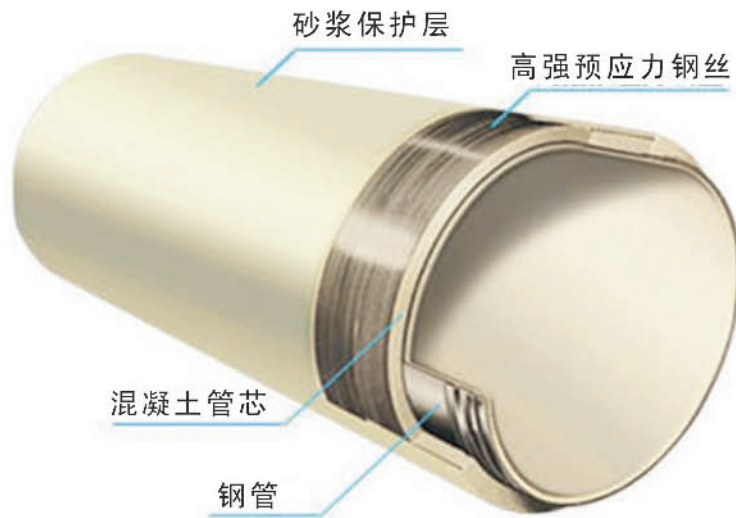
## PCCP管的基本介绍

### PCCP管产品分类

#### 按照结构分类:

PCCPL内衬式预应力钢筒混凝土管(DN400—DN1400):指PCCP管中钢筒层内侧衬水泥涂层,外侧缠绕高强钢丝。

PCCPE埋置式预应力钢筒混凝土管(DN1400—DN4000)指PCCP管中钢筒层内外侧都衬水泥涂层,并在外侧水泥涂层上缠绕高强钢丝。



PCCPE埋置式预应力钢筒混凝土管结构图

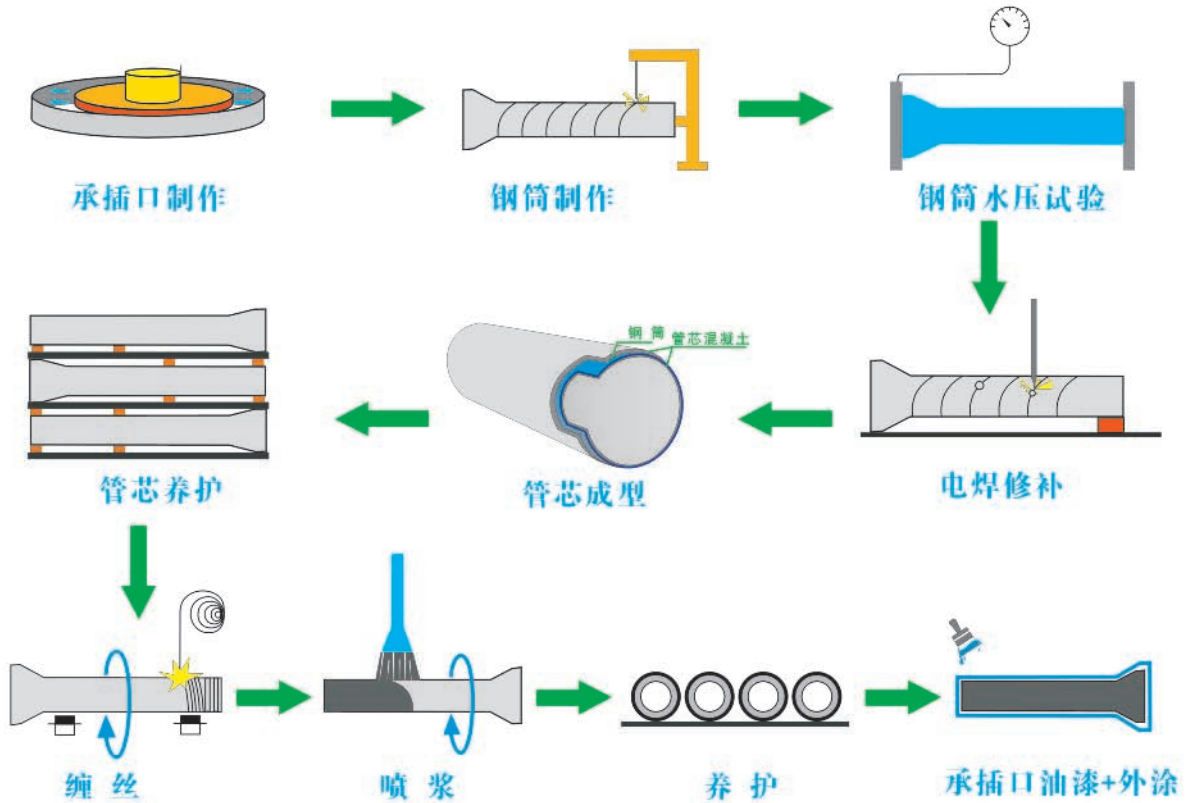
内衬式预应力钢筒混凝土管相比埋置式预应力钢筒混凝土管的缺点是:当采用埋置式PCCP管道时,酸性水质渗透过外层砂浆保护层被夹在钢丝和混凝土管芯层中流动会发生一定的碱化,碱性水质使钢丝表面产生钝化,减缓对预应力钢丝的腐蚀;内衬式预应力钢丝直接缠绕在钢筒上,易被酸性水质腐蚀。

#### 按照接口密封类型分类:

单胶圈预应力混凝土管PCCPSL、PCCPSE

双胶圈预应力混凝土管PCCPDL、PCCPDE

## PCCP管的生产流程图



## PCCP管的生产工艺分析

### 水泥砂浆层附着度比较

球墨铸铁管道内壁凹凸起伏，有利于水泥涂层的附着；PCCP管道混凝土管芯直接附着在平滑的钢筒表面，影响其附着力。

### PCCP管芯混凝土的选料

PCCP管道管芯部分采用细集料制成，而砂浆保护层采用粗集料制成，由于粗集料主要由人工碎石等大颗粒物质组成，粒子间隙大，相对更易破损，且抗渗透能力不足。在我国国家标准中规定的粗集料最大颗粒直径是30mm。



## PCCP管输送污水性能

PCCP管道输送污水时也选用普通硅酸盐水泥，而非专业输送污水的高铝水泥，对PCCP管道输送污水的内防腐性能带来风险。

## PCCP管钢筒的焊补工艺

PCCP管道钢筒厚度一般设定为1.5mm，可根据结构需要可加厚钢筒。钢筒的水压试验压力由钢筒直径和厚度决定，对于DN800以上口径，水压试验压力一般不高于5公斤。PCCP管道钢筒水压试验的漏水点，允许反复焊补。这对将来供水带来隐患。



## 客户的自我保护

对于PCCP管的采购,客户可以通过以下途径对产品质量进行控制。

- 1.预应力钢丝:预应力钢丝在PCCP管道整体承压上起到决定作用，客户需要对预应力钢丝的直径或者单位长度内预应力钢丝的截面积进行规定，并通过超声波等仪器进行检测。
- 2.为了保障PCCP管芯水泥的性能，在生产工艺上需要自然养护结合蒸气养生，客户应对蒸气养护工艺进行监督，以确保养护时拥有合适的温度和湿度。
- 3.审核生产厂家所提供的试验记录(如钢筒水压试验，成品水压试验，三点法抗裂外压试验等)
- 4.严格控制细集料和粗集料的组分。

## 第二章 PCCP管的安装

### PCCP管安装过程演示



第一步：基础填沙处理



第二步：安装胶圈



第三步：接头对接



第四步：双胶圈接口的水压试验



第五步：接头封浆处理

### PCCP管安装时间分析

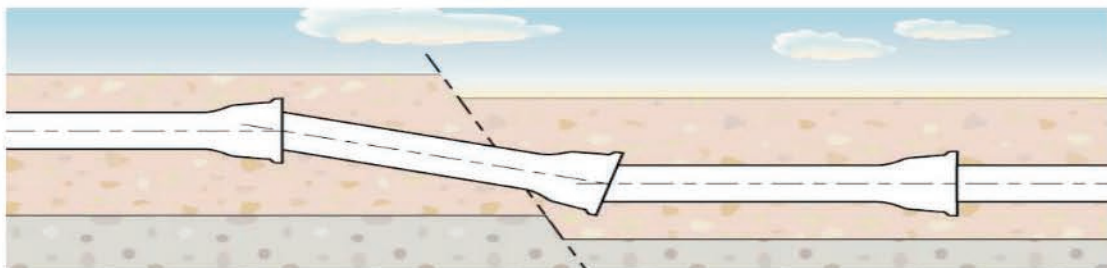
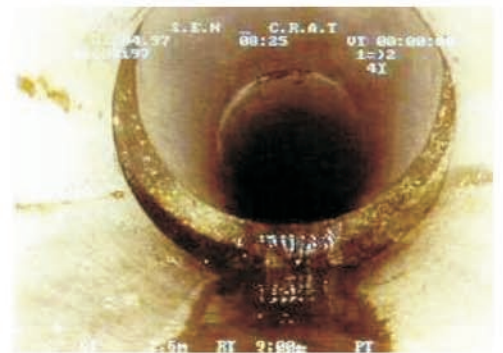
1. PCCP管道接头需要灌浆处理。即消耗了时间，又使得安装完成的PCCP管道失去接头偏转能力。(国家标准允许1—1.5度的角度偏移)
2. PCCP管道无论多大口径都需要利用葫芦来安装，由于胶圈易脱位，无法利用挖机进行快速安装。
3. PCCP管道需要控制的现场留置时间，防止水泥砂浆层发生二次膨胀。

### PCCP管的维修

1. PCCP管道是不可切割的。这样对于运输装卸造成的承插口变形，或者管道对接时需要的切割短管的使用上都带来了困难。
2. PCCP管道的维修困难。目前比较常见的办法是在破损处内壁焊上修补用铁片，外壁用钢箍加固。

### PCCP管的基础及回填要求

PCCP管道自重大，是球墨铸铁管的2倍-2.5倍，再加上覆土层自身重量，当地形发生变化时，PCCP管道的接口灌浆将阻碍接口偏转，但管身会因为局部地基沉降造成悬臂现象。此时，PCCP管上部受土壤运动和自身荷载作用，下部由于地基沉降管体出现悬空使得地基无法提供相应的支撑力，因而容易发生纵向断裂或承口破裂。为减少这一伤害，管道安装前，管基处最少需要敷设150mm厚度的细砂垫层。此外，考虑到上部荷载，PCCP管道要求分层压实，每层厚度不大于250mm。

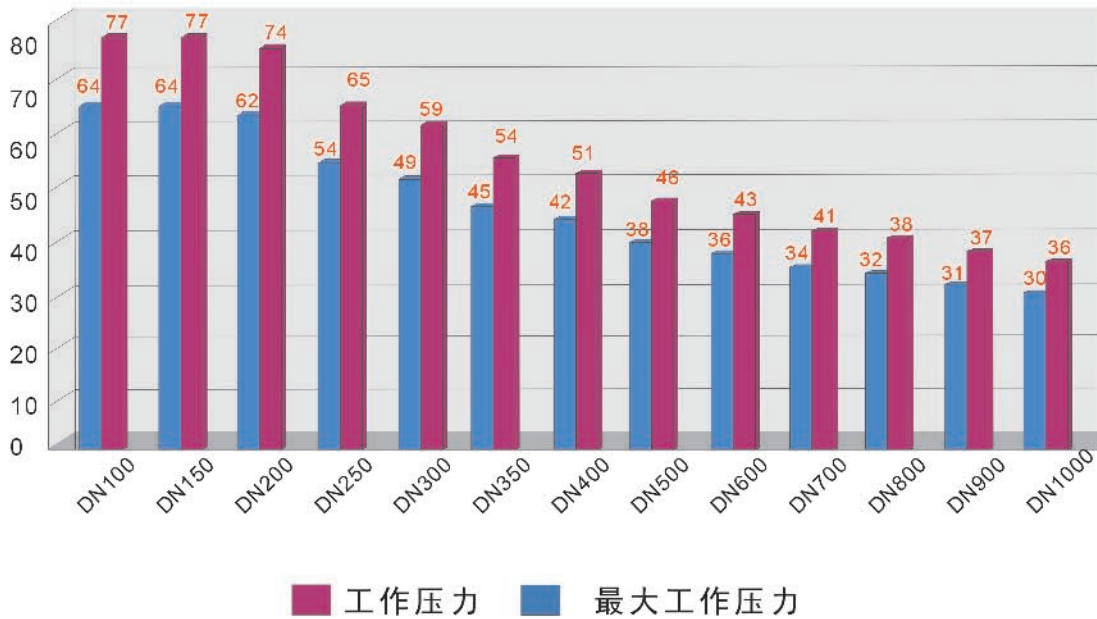


## 第三章 PCCP管和球墨铸铁管的性能对比

对于管道系统的设计来说，从短期作用需要考虑管道的内部压力，密封性和外部荷载，从长期作用需要考虑管道的内部腐蚀及水质和外部腐蚀。现在我们就通过这六个方面来评价PCCP管和球墨铸铁管。

### PCCP管和球墨铸铁管抗内压性能

球墨铸铁管承受内压数据表



PCCP管在国内标准中规定的最大工作压力值是20公斤。通常情况下，管网中的水锤作用瞬时压力可以达到正常供水压力的5倍左右，因此，PCCP管的抗内压能力是存在风险的。

此外，球墨铸铁管在设计时还考虑了安全系数‘3’，也就是说，球墨铸铁管所能承担的瞬间压力可以达到其正常工作压力值的3倍。

### PCCP管和球墨铸铁管的抗外压性能

PCCP管和球墨铸铁管在埋地后的抗外压性能都满足设计要求。

PCCP管受外力时需要注意的主要有两个方面：

1. PCCP管道由于外保护层材料为粗集料，主要由人工碎石或卵石组成，易在运输装卸过程中发生破损，造成高强钢丝暴露在水和空气中产生腐蚀。

2. PCCP管道承插口为钢环，一旦受外力过大挤压变形很难修复。



## 密封性

PCCP管道自重较大，设计管线时如果随地势敷设，则在地势起伏较大区域或存在地基运动区域易产生位移，导致接口受力，漏水。



哈尔滨市某水库爆管现场

PCCP接口漏水事故统计

	漏水数目(支)	平均使用年限(年)
统计结果	30	11.73

数据来源:美国自来水协会研究基金会对美国已知爆管原因的592起事故的调查报告

造成事故的主要因素

- 基础施工不当
- 地基运动造成接头钢环变形
- 接口处钢环焊接质量不够

## PCCP管和球墨铸铁管的输送污水性能

PCCP管道输送污水时也选用普通硅酸盐水泥，而非专业输送污水的高铝水泥，对PCCP管道输送污水的内防腐性能产生风险。



专业输送污水的高铝水泥涂层

腐蚀性成分	抗腐蚀性能 (mg/l)	
	硅酸盐水泥	高铝水泥
氨	< 30	< 2000
镁	< 300	无限制
硫	< 400	无限制
二氧化碳	< 20	无限制

数据来源:法国CANA管道课程

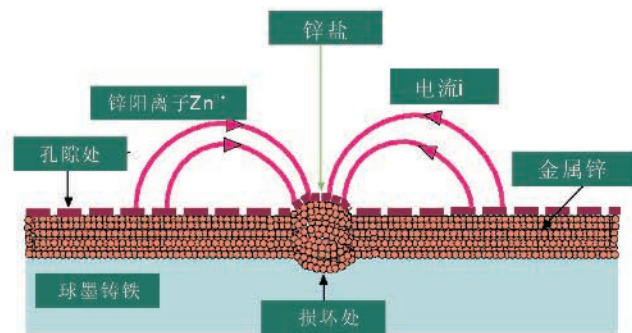
## PCCP管和球墨铸铁管抗外部腐蚀性能

PCCP管道承受内外压能力的大小很大程度上取决于高强钢丝的使用情况。由于管材的外部直接于土壤和水接触，如果防腐措施使用不充分，将会造成高强钢丝腐蚀，甚至断裂，从而将压力转移到钢筒上造成管芯破裂，钢筒暴露在水中受腐蚀破裂造成爆管。

### 球墨铸铁管的阴极保护

球墨铸铁管喷锌阴极保护的机理：当管道局部出现小面积破损时，锌离子会通过电位移作用渗透过表面沥青涂层到达破损区域，使得破损区域表面覆盖一层锌盐，重新隔断了铁和空气的联系，避免了铁被腐蚀。

对于金属类管材的外防腐（PCCP管体现在钢筒和预应力钢丝的保护），目前的办法是表面涂层法配合阴极保护来达到抵抗外部腐蚀的作用。其中，以阴极保护最为重要。球墨铸铁管的阴极保护措施体现在越来越受重视的喷锌工艺上。



球墨铸铁管的阴极保护原理图



### PCCP管的表面涂层法

PCCP管的表面涂层法原理和球墨铸铁管一样，利用沥青涂层对管道的外防腐起到一定的保护效果。

PCCP管道阴极保护常用方法有预埋镁块和通直流电两种。预埋镁块是利用牺牲镁块金属阳极达到保护PCCP管内金属的目的；通直流电技术就是向被保护的钢管或钢筋、钢套筒混凝土管道通以足够的直流电流（阴极电流），对管道外表面进行阴极极化，使腐蚀电流趋于零，进而达到阻止管道腐蚀的目的。



存在问题：

1.PCCP管道防腐需要表面涂层法配合阴极保护共同作用，如何选用合适的方法对PCCP管道实行阴极保护至今没有得到很好的解决。因为无论是通直流电还是预埋镁块，投入量的大小都难以把握。

2.PCCP管道设计管线时，进行土壤的电阻率，PII值等进行实地测量是保障管道自身安全的重要步骤。

PCCP管腐蚀事故统计

	爆管数日(支)	平均使用年限(年)
统计结果	351	16.46

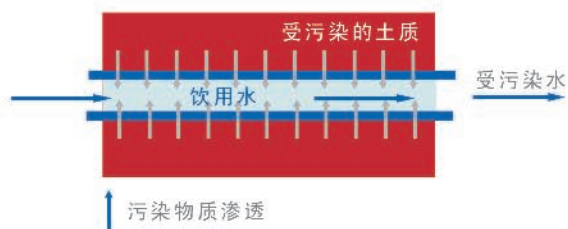
造成事故的主要因素

- 保护层破损造成高强腐蚀
- 土壤腐蚀
- 缺乏阴极保护或者阴极保护不当
- H<sub>2</sub>S 腐蚀
- 渗透(氯化物)造成事故的主要因素

数据来源：美国自来水协会研究基金会对美国已知爆管原因的592起事故的调查报告

## PCCP管的渗透性

### 渗透性定义



当PCCP管从污染土质中铺设时， 污染物质会渗透过粗集料保护层和钢筒焊缝区域从而影响饮用水的水质。

### 污染物质的成分

成分	PCCP (污染等级)
氯化物	中-高
汽油	中-高
芳香烃	中-高
清洁剂	低-中
油脂	无-低

资料来源于:AWWA C301 Sec. 4.1

如今，我国对水质越来越重视，因此，选用管材必须考虑到渗透作用对输水水质的影响。

## PCCP管美国学术报告分析

AwwaRF是美国自来水协会研究基金会，是一家非盈利性国际组织，联合美国环保协会USEPA，对在美国有记录的592起PCCP爆管事件进行研究，用以规范PCCP管材的使用。由于PCCP管一般都为大口径管材，一旦爆管后果不堪设想，所以在考虑管材上需要慎重。

在AwwaRF的研究报告最后，明确提出了使用PCCP管道必须注意的四大方面问题。这是美国使用PCCP管道几十年的经验总结，我们选择了一部分列出来，供参考。

### 设计

1. PCCP管道内衬抗H<sub>2</sub>S气体性能差，在设计时应避免该类管材输送可能产生H<sub>2</sub>S气体的液体。
2. 使用PCCP管道必须充分考虑地形因素，预判地基沉降的可能性，选择合适的管材进行敷设。
3. 设计时充分考虑PCCP管线的水锤作用，选择相应的承压管道敷设。
4. 设计时需要对接线沿线进行土壤腐蚀性测试，避免PCCP管线敷设在氯化物含量大于700ppm的土壤中，防止高强度钢丝遭腐蚀。

### 生产

1. 严格控制混凝土保护层质量，因为它关系着高强度钢丝遭腐蚀的程度。
2. 管芯，钢筒以及预应力钢丝的各项强度严格按照标准要求执行。
3. 保证钢筒的焊缝质量。

### 检测

1. 生产商和业主应分别对高强度钢丝进行检测，保证高强度钢丝的设计强度和完好性。
2. 业主方需要对现场的PCCP管道进行逐根视觉检测。

### 施工

1. 做好PCCP管道基础的砂垫层敷设。
2. 合理使用PCCP管道的阴极保护，减缓PCCP管道遭腐蚀的风险。