

境外管网管材选择、工艺与防腐技术推介

李海华

摘 要： 据不完全统计，我市供水管道($\Phi 75\text{mm}$ 以上)长达 5200 公里(未包括排水、排污管道)。然而，管材的选择是否合理，直接影响管网建设投资；工艺技术与管道防腐质量是否可靠，更决定着管道建成后的运行安全性及使用寿命，尤其是腐蚀引起管道破裂造成的危害事例举不胜数。本文借鉴于境外(香港)实践经验，着重推介香港在管材选择、工艺与防腐的标准与技术，旨在今后管网建设与改造方面能起到一些参考与借鉴作用。

关键词： 管网选材 工艺与防腐

一. 管材选择：香港政府通常采用的形式与标准

1. 压力供水

a. 直径在 600mm 以上，采用压力钢管，管材必须符合承压用具有规定室温特性的碳素钢管规范。(标准为：BS3601—87)。材料一般为碳素结构钢，其强度等级与我们常用的 A₃ 钢、Q₂₃₅ 钢相当，即只保证机械性能，不确保化学成分。

b. 直径在 150mm~600mm 之间，采用压力钢管，标准与材料同上，也可采用球墨铸铁(直径 80mm~600mm 之间，适用于沿海、腐蚀性较强的地域)。选用标准：IS02531，BS4772。

c. 直径在 80mm 以下，采用镀锌管，选用标准 BS4360-90(现被 BS7613，BS7668 取代)。

2. 压力排污。采用球墨铸铁管，(目前管径可达 2.4m)，通常用于污水处理厂管网。选用标准 IS02531、BS4772。由于对大口径管道与配件品质要求甚高，用于

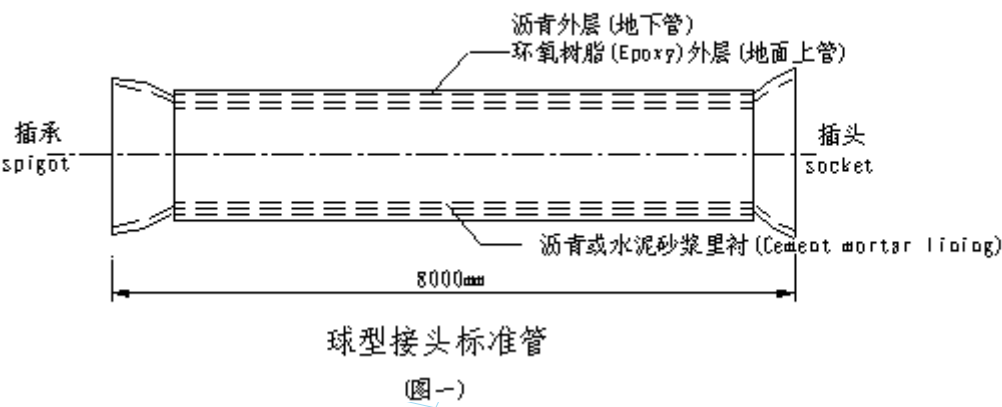
政府的重要工程。香港政府认可的供应商相当严谨，目前主要有日本的 Kurimoto 公司、Kubota 公司，英国的 Stsntion 公司等几家公司的产品。

3. 无压排水、排污。采用预应力混凝土管，即 PCP 管。

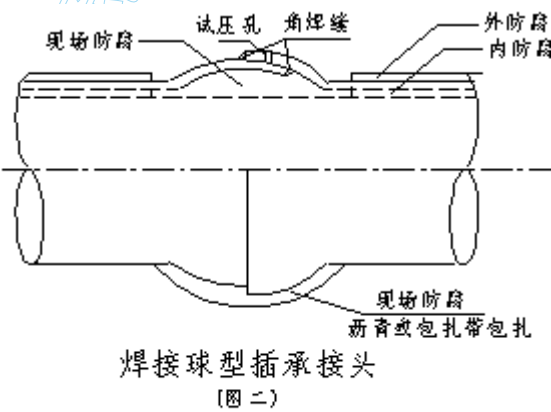
二. 工艺与规范

(一) 钢管(标准管)制造

采购者要求钢管的供货状态为：标准管长为 8 米，管内外壁防腐层、管端接头型式必须在制造厂完成。如图(一)所示。



管接头型式主要有球型接头 (Spherical Socket & Spigot joint), 如(图二), 及套管式接头 (Sleeve joint)。本文侧重推介球型接头。与我们常用的对接接头比较，其具有的优点有：



1. 安装便利。可避免对接接头对接过程中找中心、水平垂直度等繁杂工序。实践证明,球型接头管其安装速度是对接接头管的 3~4 倍,且投入的人力、物力仅是对接接头的 1/3。

2. 焊接工艺简易。接头角焊,焊缝熔敷金属少(是对接的 1/4),如 82 年香港供水 II 期钢管,直径为 2.2m,管壁厚 16mm,工作压力 10 兆帕,采用球型接头。设计焊角仅为 8mm,强度已足够。若采用对接管,按国内规范,母材必须与焊缝等强,焊缝并有 2~3mm 加强高,背部处理,经计算。对接焊接工程量是球型接头的 4 倍。

3. 质量可靠。每个接头焊后即做压力试验。通过厂家在管插头已钻螺孔,装上压力计,灌进氮气施压。由于内外角焊,双层保护,从而确保不漏,避免我们通常钢管焊接回填后分段或整体水压试验时出现漏水而无法确定漏水点。

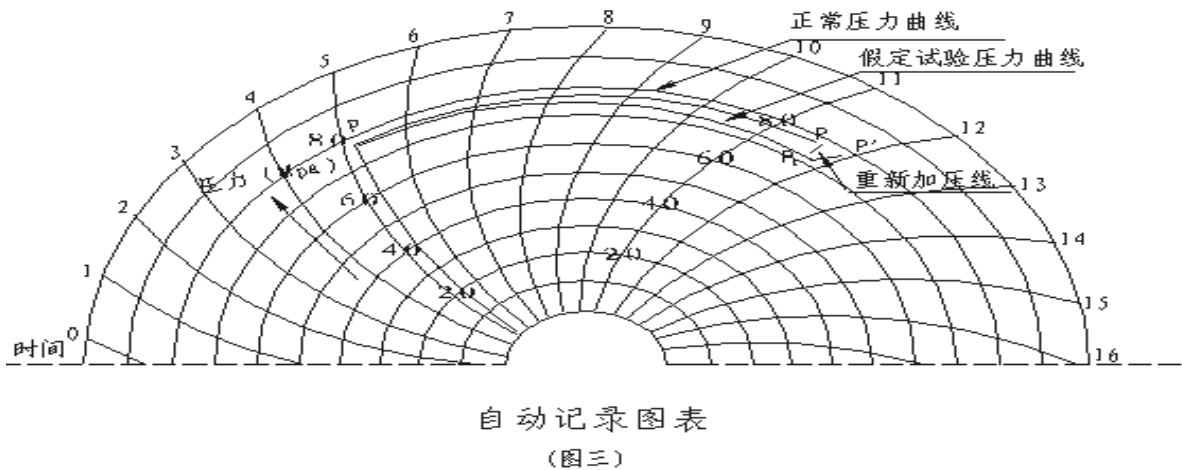
球型接头更大的优点在于其设计时已考虑具有 2° 的旋转角(Rotation),它的作用不同于 PCP 或 PCCP 管允许 0.5° 或 1.2° 的偏转角。后者的作用在于安装后因某种原因引起角度偏转时,不至于漏水或破坏设定的允许值。前者则是设计前主动采用每接头 2° 旋转角来调整管线的基线(Alignment),安装时小角度偏转可通过数节管的旋转实现。大大减少弯管及镇墩数量,灵活避开一面障碍物。如香港供水 III 期香港上水段 $\Phi 2.4\text{m}$ 明管,我们过罗湖边境后,即可看见左侧 2 条弧形钢管呈现在眼前,就是利用这一原理。(曲经半径必须大于 300 米) 球型接头管道在长输、中低压管道中的优点是明显的,效益是显著的。国内也有生产商向香港供应。

(二) 水压试验

1. 试验压力的确定: 根据香港水务署一般性规定(General Specification 1987),当最大工作压力 $\leq 1.5\text{MPa}$ 时,试验压力为工作压力的 1.5 倍。当最大工作压力 $> 1.5\text{MPa}$ 时,试验压力为最大压力的 1.3 倍。

2. 试验程序

先开始加压，当加压至试验压力时，稳定一小时，降压至压力的一半，再加压至试验压力，稳定 3 小时，降压至压力一半，再次加压至试验压力，稳定 6 小时。全过程为 10 小时。按规定，全过程必须由指定的自动记录仪器(带自动记录图表)记录下来



3. 允许渗漏值。对长输大口径管道，一般定义为：每公里长度、每毫米钢管直径、每 100 米水头、每 24 小时，允许渗漏量为 0.365 升。

4. 渗漏值的测定。从图(三)可见，当试验压力维持 6 小时后，若压力 P 线降至 P1，记录仪自动描绘的曲线如(图三)。为准确测定渗漏量，可在压力泵入水箱刻有容积标志，定为 V，重新加压由 P1 升至 P' 时，水箱水 V 降至 V1，当 $\Delta V = V - V1 \leq$ 允许渗漏量时，则认为合格。

三. 防腐

1. 标准管件内外防腐

在香港，仍然是遵循英国标准。根据《载液用钢管、配件及污水管规范》(BS534-1987)，要求钢管及配件的内外防腐层必须在制造厂完成，并检验合格。(如图一所示，而我们内地生产钢管内防腐一般在工地现场施工)。在制造厂管体内外防腐工艺全部实行机械化操作。其水泥砂浆里衬(Cement mortar lining)内表

面光滑平整，尤其是内沥青面，更是光亮照人，外包扎用机械缠绕，坚牢，质量可靠，如 1982 年中国内地向香港供水二期(香港段)，由新加坡生产的 $\Phi 2.2\text{m}$ 、 $\Phi 2.4\text{m}$ 钢管。

2. 防腐材料的选用

值得引起我们注意的是，近几年来，香港对输水管道包括自来水管管道管内防腐更广泛的采用沥青里衬。如 1991 年，中国境内向香港供水III期(香港段)，由日本、香港联营的大同公司生产的 $\Phi 2.4\text{m}$ 钢管。又如 1987 年由泰国供应的用于香港坳头滤水厂的 $\Phi 1.4\text{m}$ 自来水管。由于我们往往认为沥青含有有害成分，不宜用于供水，特别是供自来水。香港对用于供水防腐的沥青材料有严格的品质要求，强调必须符合《钢铁防腐用沥青规范》中规定的材料物理、化学特性(BS4147-1987 第二类 B 级)，以及《适用于与饮用水接触用的冷涂沥青基覆层规范》(BS3416-88)。经政府指定的检验机构检验合格方能使用。管道采用沥青内衬的优点在于：机械生产效率高，运输、安装时不易开裂，表面光滑，既可减少水流阻力，更重要的作用在于不会在管内产生贝壳类寄生物，从而避免管网清理螺仔花费的大量人力、物力、财力(如东深供水渠此问题一直不能有效解决)。

3. 现场接头的内外防腐

外防腐：方法(一)，在接头处如球型接头安装一个适合管体外部轮廓的箱体(Molding Box)，然后浇筑热沥青成型；方法(二)，冷包扎：采用含沥青成分的防腐带包扎，如英国 Denso 公司产品，防腐效果非常显著，目前广泛地应用在供水管道甚至海港、码头桩体的包扎上。其包扎方法与程序：一层底漆→管体缠绕防腐带(单层 2mm 厚，100mm~250mm 宽不等)，55%搭接缠绕→耐压试验→PVC 带 55%搭接缠绕→两端 PVC 自粘带绕扎一周。防腐带优点是质量稳定可靠(单层耐压值 1 万伏，经 55%搭绕达 2 万伏，我们东部供水 $\Phi 3\text{m}$ 倒虹吸管耐压为 5 千伏)，工艺简单、快捷，效率高，特别适应在现场狭小空间施工。虽材料价略高于沥青，但其综合成本合理，深受业主、承建商欢迎及优先选择使用。

4. 耐腐蚀试验

制造厂及现场管接头内外沥青防腐层，必须做 100%耐击穿试验。通常采用一种涂层检测仪(Holiday Detector)，联接环形弹性电极，沿管体圆周作 100%检验，如在圆周上发现有击穿异音，则在该圆周处用扫帚式或探头式电棒进一步确定缺陷位置。(如沥青涂层 6~8mm，规定电压为 10,000 伏)。这种检测仪除设备较先进外，尤其是电压稳定，采用的环形弹性电极可在一定范围内调整圆周长度，特别适用于不同管径范围管道的检查，比我们常采用的扫帚式或针孔式更彻底、准确。

四. 镀锌管的选材与标准

直径 80mm 以下的供水管道，通常采用镀锌管。由于其大部分直接用于输送自来水于千家万户，使用量极大。因此，管材质量的优劣对是否造成二次污染有直接关系。受空气或其它介质的腐蚀，从金属表面流失的重金属和一些化学有害成分对环保及人体健康均有危害。因此，香港政府对供自来水用镀锌管品质要求非常严格。如规定必须符合《可焊结构钢规范》(BS4360—90)中规定的机械、化学成分方能使用。如对管材中含硫 S、磷 P 量必须 $\leq 0.025\%$ ，(国标 GB3092 规定为 0.045%以下)，材料抗拉强度为 430MPa。对镀锌层，必须符合 BS729、BS4921—88 等规范中镀锌层重量测量规定。镀锌层均匀性试验，试样在硫酸溶液中连续浸试验以及冷弯、压扁、水压等试验。香港政府许可用于输送自来水的管道，每根管上必须有清晰的标准：符合 BS4360—90 Grade 43，属称“蓝管”。

结束语

本人曾在境外(香港)工作 13 年，回来后又参与了几项大型管网建设，深深地感觉到，目前我们在管网选材、工艺及防腐技术方面(包括理念和意识)与境外或先进国家及地区仍有较大的差异和差距。其原因个人认为一方面是思想上传统守旧，缺乏创新意识，标准偏低；二是传统的制造工艺及防腐技术已落后，缺乏改进和革新。深圳作为全国改革开放的前沿阵地及试验田，一切都从高起点、高规划、高标准出发，在今后管网建设与改造方面有选择、有目的地借鉴与吸收境外、国外的一些先进技术与经验，对我们是颇为有益的。

参考资料:

(1). 香港政府水务署《土木工程通用规范》(General Specification for Civil Engineering Works 1987)。

(2). 英国标准: BS3601—87; BS534—87; BS4772; BS4360—90。

筑龙网

www.zhulong.com