

温泉给水管材性能对比与选型研究

——以惠州黄沙洞某五星级酒店为例

徐燕波

广州市城建规划设计院有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/ERA.2026080025

摘 要： 温泉给水系统对管材的耐高温与耐腐蚀性能要求严格。以惠州黄沙洞某五星级酒店为案例，系统对比薄壁不锈钢管、PE-RT II 型保温管、FRP 玻璃钢保温管、PP-R 管等材料的工程特性。研究表明，单一管材难以全面满足复杂工况需求，复合选型方案为最优解。室外长距离主管道推荐 PE-RT II 型保温管，室内关键区域采用 316L 不锈钢管，支管可选用 PP-R 管。该方案在保证系统安全性的同时，实现了经济性与实用性的平衡。

关 键 词： 温泉给水；管材选型；性能对比

Performance Comparison and Selection Study of Hot Spring Water Supply Pipes: A Case Study of A Five Star Hotel in Huangshadong, Huizhou

Xu Yanbo

Guangzhou Urban Construction Planning and Design Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： The hot spring water supply system has strict requirements for the high temperature resistance and corrosion resistance of pipes. Taking a five-star hotel in Huangshadong, Huizhou as a case study, this study systematically compares the engineering characteristics of materials such as thin-walled stainless steel pipes, PE-RT II insulation pipes, FRP fiberglass insulation pipes, and PP-R pipes. Research has shown that a single pipe material is difficult to fully meet the requirements of complex working conditions, and a composite selection scheme is the optimal solution. PE-RT II insulation pipes are recommended for long-distance outdoor main pipelines, 316L stainless steel pipes are used for key indoor areas, and PP-R pipes can be used for branch pipes. This scheme achieves a balance between economy and practicality while ensuring system security.

Keywords： hot spring water supply; pipe selection; performance comparison

引言

温泉供水系统与普通生活给水系统存在本质区别。温泉水温普遍在50℃至90℃之间，水中富含氯离子、硫酸盐及钙镁离子等矿物质。这种高温与高矿化度的协同作用，对管道材料形成严峻考验。管材不仅需要承受高温带来的蠕变与软化风险，还必须抵御持续的电化学腐蚀与结垢问题。因此，管材选型成为温泉酒店项目建设中的关键技术环节，直接关系到系统后期的运维成本与使用寿命。

一、项目概述

（一）项目背景与定位

项目选址于广东省惠州市黄沙洞区域（洲际度假酒店项目范围内），地热条件优越，属本地温泉富集带。项目占地2300亩，总建筑面积21万平方米，涵盖五星级酒店主楼（200间客房）、别墅区、高尔夫球场、温泉SPA中心及高级会所等业态，定位为集体闲度假、商务会议、康养养生于一体的大型综合旅游目的地。场地中央低洼处有自然出流温泉井，出水水温达81℃。

（二）温泉给水系统的工程特点

项目温泉给水系统主要技术难点包括：系统需长期连续运行，对管材耐久性要求高；源水温度60-85℃，峰值约90℃；温泉水矿化度中等偏高，氯离子与硫化物含量较高，腐蚀性强；管网从温泉井经蓄水池、换热机房分送至客房、泡池及SPA区，部分主管道长距离埋地，对保温与抗沉降性能有要求；室内高端区域对管材卫生与外观要求严格。因此，管材选型需综合耐温、防腐、保温、施工、维护及全寿命周期成本等多方面因素。

二、温泉给水系统对管材的技术要求

（一）耐高温与抗蠕变能力

选管材时，耐高温性能是关键考量因素。系统运行期间，泉眼至蓄水池管内水温常规在65℃以上，短时峰值约90℃，蓄水池至各用水点水温在50–60℃。普通塑料管耐温能力有限，长时间处于高温环境后易出现软化、耐压降低等问题，严重时可能发生变形甚至破裂。因此，管材必须能够在70℃至95℃的温度区间内保持尺寸稳定与力学强度，不得出现明显的下垂或轴向伸长。

（二）耐腐蚀与抗结垢特性

温泉水质对金属管道的腐蚀影响较大，尤其是氯离子易引发点蚀穿孔。碳钢管道还面临硫化物和溶解氧的共同侵蚀作用。另外高温条件下钙镁离子容易结垢附着在管壁，导致过水面积变小、输送能力受影响。因此，管材材质需具备优异的抗化学腐蚀能力，且内壁应保持光滑，以延缓结垢进程，确保长期输水流量稳定^[1]。

（三）结构稳定性与水力性能

运行中管道系统会承受多种外部作用力，主要包括工作压力波动、冷热交替引起的热胀冷缩应力，还有埋地管段承受的土壤压力。考虑到这些因素，管材的环刚度和抗冲击性能要能满足要求，否则施工期间或者投入使用后都可能出现破裂等问题，影响系统的正常使用。同时，管道内壁的粗糙度直接影响沿程水头损失。内壁光滑的管材可以降低水泵扬程需求，减少长期运行能耗。

（四）安装便捷性与运维成本

温泉酒店工期紧，管材连接方式（如热熔、卡压）直接影响施工进度与后期漏水维修成本。耐腐蚀管材可实现免维护，而劣质管材易导致频繁检修甚至整体更换，造成营业中断和高昂费用。因此，选型应基于全生命周期成本，而非仅看初期单价。

（五）经济合理性的综合评判

做经济性分析得把采购、安装、运行维护这些环节都算进去。有些管材价格看着贵一点，不过要是能用五十来年基本不用换，摊到每年的费用说不定比便宜货划算。对于五星级酒店而言，因管道漏水导致的客户投诉与品牌声誉损失，亦是隐性成本的重要组成部分。因此，经济合理的判断标准应为“单位使用年限内的综合成本最小化”^[2]。

三、常用温泉给水管材性能对比分析

（一）金属类管材：薄壁不锈钢管

薄壁不锈钢管，特别是316L牌号，在温泉给水系统中表现突出。其耐温性能优异，可在95℃环境下长期稳定运行，短期耐受温度可达120℃。耐腐蚀方面，304不锈钢适用于矿化度一般的温泉水，而316L因添加了钼元素，对氯离子和硫化物的抗腐蚀能力显著增强，尤其适合黄砂洞地区的水质条件。该管材预期使用寿命可达50至70年，与建筑主体结构同周期。安装时采用卡压或氩弧焊连接，密封可靠，日常运行基本无需维护。优点在于卫生安

全、强度高、内壁不易结垢且外观整洁，适合室内明装。缺点为材料单价较高，初期投资较大。因此，该管材最适合用于室内主管道、泡池给水管、设备机房连接等关键部位^[3]。

（二）塑料及复合类管材：PE-RT II型保温管

PE-RT II型耐热聚乙烯保温管为三层复合结构，内管为耐热聚乙烯，中间层为聚氨酯硬泡保温层，外护管为高密度聚乙烯。其长期耐温可达80℃至95℃，满足绝大多数温泉输送需求。作为塑料材质，它完全耐酸碱及矿物质腐蚀，不存在电化学腐蚀风险。使用寿命约为50年。连接方式采用热熔连接，接口强度与管体一致，可有效杜绝渗漏。该管材最大的优势在于自带保温层，长距离输送时热损失极小，节能效果显著，且内壁光滑不结垢。同时因其重量轻（比钢管轻60%–80%），人工可搬运，可减少吊装设备，降低机械费。且柔韧性好，小角度转弯处无需管件，适配复杂路由，可减少接头，施工便捷，效率高，综合造价低。缺点在于外护管为塑料，长期裸露在阳光下易老化，因此必须埋地使用或采取防晒遮蔽措施。该管材非常适合室外埋地主管、园区管网以及长距离高温输水场景。

（三）其他塑料管材：PP-R管与CPVC管

PP-R管材在温泉系统里实际应用时会受到一定限制，因为它的长期耐温基本维持在70℃左右，就算短时间能耐95℃的高温，但老化会明显变快。综合来看，这类管材寿命大概也就二三十年。虽然价格低、重量轻算是优点，不过高温条件下的承压能力确实偏弱。从实际工程角度考虑，更适合用在低温支管或者小型汤泉项目上，如果要铺设温泉主干管道的话建议别选这个材料。

CPVC是通过氯化改性处理后的产品，耐热方面比普通PP-R要更好一些，长期工作温度能达到90℃。耐腐蚀表现也不错，使用寿命估计在三十到四十年之间。施工方面多采用粘接，操作上相对方便。该管材的优点是耐热性好且价格适中。但缺点同样明显：抗冲击性能差，材质偏脆，不宜在地理或重载区域使用。其最大问题在于连接使用的胶水耐高温性能有限，在长期高温工况下，接口部位可能出现软化、渗漏甚至脱落爆管，选型时需谨慎评估^[4]。

（四）特种复合管材：FRP玻璃钢保温管的特性

FRP玻璃钢保温管以玻璃钢为外护层、聚氨酯为保温层，内管材质可选。耐温达90–110℃，不蠕变；耐氯离子、硫化物等高矿化度温泉水长期腐蚀，不锈不结垢；保温性能好，温降低；重量轻，安装无需大型机械，采用法兰或承插连接。寿命25–30年，基本免维护。缺点：材质脆，怕撞击和碾压，埋地需保护层；不能热熔或焊接，仅能法兰连接；抗扭、抗弯能力一般，对地基要求高；不能盘管，接头多，渗漏隐患大；法兰连接工序繁琐、人工及配件成本高，工期长于PE-RT II型保温管。适用于高温（>90℃）、高腐蚀、长距离主干管网，尤其适合高硫温泉项目。

（五）严禁使用的管材类型

镀锌钢管与普通碳钢管道在温泉给水系统中被明确禁止使用。虽然这两种管材初期材料价格低，且能够承受高温，但其耐腐蚀性能极差。在高温、高矿化度的温水中，钢管内壁会迅速发

生氧化锈蚀，短期内即出现大面积锈瘤与穿孔漏水。实际工程经验表明，此类管道使用寿命仅有1至5年。频繁的漏水不仅污染水质、堵塞末端设备，还会导致高昂的维修费用与营业损失。从全生命周期来看，该类管材的成本反而最高^[5]。

四、管材与管件协同选型原则

（一）管材与管件的材质匹配性

在建筑给水及温泉管道系统中，管材与管件的材质匹配程度直接决定管网的使用安全和寿命。选配管件时，其规格标准应当与管材统一。不同材质的管材和管件混合使用，连接部位会因热膨胀系数差异或电化学腐蚀反应，成为整个系统中最容易损坏的位置。

对于高温温泉管道系统，管件需要与管材选用同一厂家、同一系列以及相同的材料配方。例如，PE-RT II型管材应搭配PE-RT II型热熔管件，不可改用PPR或PVC管件。同样，316L不锈钢管材只能使用316L不锈钢制成的卡压式或焊接管件，禁止用304不锈钢管件替换。若混用不同牌号的不锈钢，接头处会发生电化学腐蚀，逐渐破坏金属结构，导致接头提前失效，使管道系统出现泄漏风险。

因此，在管道工程设计选材和现场施工安装时，工作人员应当严格核对管材与管件的材质证明，确保两者完全一致，避免微小疏忽造成后期重大隐患。只有保证管材和管件在所有环节中保持材质统一、规格匹配，才能让整个管道系统达到预期的安全标准和使用年限。

（二）关键配件的耐温与密封要求

阀门、法兰、密封垫等配件是系统泄漏的高发区域。阀门应优先选用316不锈钢球阀或与管材同材质的全塑阀。密封垫片不得使用普通橡胶或丁腈橡胶，必须采用耐高温三元乙丙橡胶（EPDM）或氟橡胶（Viton），其长期耐温能力可达120℃以上，且能够抵抗温泉中的化学侵蚀。法兰连接处，塑料管道向金属设备过渡时，应采用不锈钢法兰搭配塑料法兰适配器，避免不同材料的直接硬性连接。

（三）保温管件与管道附件的处理

对于采用PE-RT II或FRP保温管的系统，弯头、三通等

管件部位同样需要具备保温功能。工程上应优先采购成品保温管件，而非在现场用普通保温材料随意包裹。成品保温管件的保温层与外护管连续，能够有效防止热桥效应，避免热量局部散失和冷凝水产生。管道固定支架与滑动支架的设置也应考虑保温层的连续性，不得直接卡压保温层，而应使用带有隔热垫块的专用管卡。

（四）不同材质的适用场景划分

基于性能与经济性的综合平衡，温泉给水系统宜采用复合选型策略。室外地埋、长距离输送的主干管网选用PE-RT II型保温管，利用其良好的柔韧性与一体式保温结构，抵抗地基沉降并减少热损失；对于水温超过90℃或含硫量极高的工况，可升级选用FRP玻璃钢保温管。室内高端区域、泡池周边及设备机房内部，优先选用316L薄壁不锈钢管，确保卫生美观与长期免维护。对于预算有限且水温较低的末端支管，可审慎选用CPVC管，但需严格控制运行温度不超过70℃。任何情况下，镀锌钢管与普通碳钢管道均不得进入选型清单。

在文章项目案例建设过程中，经市场调研，316不锈钢管不同管径综合造价是PE-RT II型保温管的2至3倍；FRP保温管综合造价比PE-RT II型保温管高约30%；CPVC管在既有项目的实际运用中爆管现象比较突出。基于温泉水温、管材性能、施工效率、安全性及综合造价等因素，项目室外埋地、长距离输送的主干管网选用PE-RT II型保温管；在机房等管道连接较多位置采用了316不锈钢管；末端支管管径≤DN50的管道采用了PPR热水管。在实际运用中取得了较好的经济和实用效果。

五、结束语

温泉水管选材选型需统筹安全、性能与成本。通过对比分析，单一管材无法兼顾室外地埋保温与室内卫生美观要求。复合选型方案，室外以PE-RT II保温管或FRP管为主干，室内关键区域采用316L不锈钢管，末端支管选用PP-R管，能够实现系统长期稳定运行。全生命周期成本评价显示，该策略在控制初期投资的同时显著降低后期运维负担。惠州黄沙洞五星级酒店案例为同类项目提供了可靠的选型参考，强调避免使用镀锌钢管等易失效材料。

参考文献

- [1] 尉艳辉. 论给水管材在建筑给排水安装施工中的应用[J]. 砖瓦世界, 2024(7): 217-219.
- [2] 李岩. 给水管道管材对水质的影响及防腐措施分析[J]. 全面腐蚀控制, 2020, 34(5): 38-39, 42.
- [3] 郝建勋. 给排水管道工程管材的应用策略[J]. 商品与质量, 2020(30): 250.
- [4] 赵璠. 给水工程中供水管材的选用方式分析[J]. 建材发展导向(上), 2022, 20(2): 79-81.
- [5] 陈楠, 周俊斌. 给水工程中供水管材的选用[J]. 工程技术研究, 2021, 6(10): 157-158.