

给排水管道水压试验及闭水试验的计算填表分析

Calculation and Analysis of Water Pressure Test and Closed Water Test of Water Supply and Drainage Pipeline

薛裕兴

Yuxing Xue

中煤建工集团国际建设工程有限公司 中国·新疆 昆玉 848116

China Coal Construction Engineering Group International Construction Engineering Co., Ltd., Kunyu, Xinjiang, 848116, China

摘要: 有压管道水压试验及无压管道闭水试验是管道安装完成后用以检测其安装质量及使用性能的重要途径。实际施工过程中, 现场对试验流程、安全管理措施、试验表格填写等的施工要点不熟悉。论文以图木舒克市达坂山工业园区给排水工程给排水功能性试验为例进行分析介绍。

Abstract: Water pressure test and closed water test of pressurized pipeline are important ways to test the installation quality and service performance of pipeline after installation. In the actual construction process, the site is not familiar with the construction points such as test flow, safety management measures and test form filling. This paper takes the functional test of water supply and drainage engineering in Dabanshan Industrial Park in Tumushuke City as an example to analyze and introduce.

关键词: 水压试验; 闭水试验; 计算填表; 施工技术; 管道功能性试验

Keywords: hydrostatic test; closed water test; calculate and fill in the form; construction technology; pipeline functional test

DOI: 10.12346/etr.v5i6.8182

1 引言

给排水水压试验及闭水试验现实中已趋于成熟并广泛应用。论文主要对其计算内容及表格填写进行分析。

2 背景介绍

图木舒克市达坂山工业园区 10km² 基础设施项目(给水管网和排水管网 EPC 总承包)给水管网管径 ≥ 400 选用球墨铸铁管, < 400 选用钢丝网骨架 PE 复合管。生活给水管经减压阀后工作压力为 0.4MPa, 工业给水管工作压力为 0.59MPa。球墨铸铁管采用承插式橡胶圈连接, 钢丝网骨架 PE 复合管采用电熔连接。

排水管网重力流选用 HDPE 钢带增强聚乙烯螺旋波纹管, 环刚度不低于 16KN/m², 承插式密封圈连接。

3 压力管道水压试验

3.1 压力管道水压试验的要求

水压试验应按已编制审批的方案进行施工, 压力管道水

压试验应全数进行试验检验, 每段最大长度不超过 1km。试验管段不能使用闸阀等作为堵板, 应使用特制的盲板进行端头封堵, 试验管段不能含有消火栓、安全阀、水锤消除器等附件, 在安装附件前进行管道的试验检验。

虽规范规定水压试验前, 管道顶部可回填不小于 0.5m 的回填土, 预留接口位置进行渗漏检验。但根据实际施工经验, 对于压力管道应覆盖少量回填土即可, 随后将管道内杂物清理干净, 以保证水压试验时加压后检验管道接头及管道本身的质量, 管身出现问题时也能及时发现。宜选择一天之中气温适宜的时间段进行试验, 避开高温高热时段进行试验检验, 以模拟管道在后期埋设后实际温度情况。

水压试验应满足以下条件: 试验段管道已经安装完毕并完成临时封堵; 排气阀、压力源、压力表等试验检验附件已设置完毕; 靠背设置牢固可靠; 水源已确定; 管道内已提前注水浸泡完成; 人员已到位、安全措施已落实后方可进行水压试验。水压试验, 管道、接口及附件应无破损、无可见变形、无滴流、无线流等现象。

【作者简介】薛裕兴(1997-), 男, 中国陕西西安人, 本科, 初级工程师, 从事市政工程技术研究。

3.2 水压试验计算及填表

水压试验计算及填表前，应明确管材材质、管径、接口种类、试验段长度、拟进行试验管段管道的设计工作压力并计算其试验压力、允许压力降及允许渗水量等主要参数。

球墨铸铁管与钢丝网骨架 PE 复合管所使用的计算流程及所使用的水压试验记录表不同。

3.2.1 球墨铸铁管的水压试验计算及填表

水压试验开始前，将试验表中可填写内容填写完成（如表 1 所示），本工程球墨铸铁管的工作压力为 0.59MPa（工作压力应根据设计提供或实测取得），故其试验压力为 $0.59\text{MPa} + 0.5\text{MPa} = 1.09\text{MPa}$ （实际取 1.1MPa）（球墨铸铁管当工作压力大于等于 0.5MPa，试验压力取两倍的工作压力为试验压力；当工作压力小于 0.5MPa 时，试验压力取工作压力加 0.5MPa 为试验压力）。允许压力降为 0.03MPa。允许渗水量根据管径确定，按 $q = 0.1 \sqrt{D_i}$ 计算。 q 允许渗水量 ($L/\text{min} \cdot \text{km}$)； D_i 管道内径 (mm)^[1]。

表 1 供水管道水压试验记录表

施工单位:		试验日期:		年 月 日		
工程名称						
桩号及地段						
管道直径 (mm)	管材	接口种类	试验段长度 (m)			
工作压力 (MPa)	试验压力 (MPa)	15min 降压值 (MPa)	允许渗水量 $L/(\text{min} \cdot \text{km})$			
试验方法	注水法	次数	达到试验压力的时间 t	恒压结束时间 t	恒压时间内注入的水量 $W(L)$	渗水量 q $L/(\text{min} \cdot \text{km})$
		1				
		2				
		3				
	折合平均渗水量 $L/(\text{min} \cdot \text{km})$					
	放水法	次数	由试验压力降压 0.1MPa 的时间 t (min)	由试验压力放水下降 0.1MPa 的时间 t (min)	由试验压力, 放水下降 0.1MPa 的放水量 $W(L)$	渗水量 q $L/(\text{min} \cdot \text{km})$
		1				
		2				
		3				
	折合平均渗水量 $L/(\text{min} \cdot \text{km})$					
外观						
评语		强度试验	严密性试验			
参加单位及人员		建设单位	监理单位	施工单位	设计单位	

主试验阶段注水恒压循环时间为 45min。分别进行三次取值，取允许渗水量平均值作为最终折合平均渗水量值。实际渗水量按 $q = W / (T \times L) \times 1000$ ^[2] 计算。其中， q 为（实际渗水量 $L/\text{min} \times \text{km}$ ）； W 为恒压时间内补入管道的水量

(L)； T 为从开始计时至保持恒压结束的时间 (min)； L 为试验管段的长度 (m)。 W 通过实测取得， T 、 L 为直接数据，方可计算出 q 数值。当折合平均渗水量及实际压力降都满足允许渗水量及允许压力降并且试验过程中管道确实无变形、渗漏后方可判定该试验段水压试验合格。

3.2.2 钢丝网骨架 PE 复合管水压试验计算及填表

本工程钢丝网骨架 PE 复合管的工作压力为 0.4MPa，故试验压力为 $0.4\text{MPa} \times 1.5 = 0.6\text{MPa}$ ，又由于当化学建材管的工作压力大于等于 0.1MPa 时，其试验压力取 1.5 倍的工作压力，且不小于 0.8MPa，故其试验压力取 0.8MPa。

钢丝网骨架 PE 复合管相较于球墨铸铁管的计算更复杂。其最大允许渗水量的公式为 $\Delta V_{\text{max}} = 1.2V \Delta P [1/E_w + D_1 / (e_n \times E_p)]$ 。 ΔV_{max} （最大允许渗水量 L ）； V （试验管段总容积 L ）：试验管段总容积的计算按其管内径面积乘试验段长度计算取值并换算单位为 L ； ΔP （降压量 MPa ）：该值取试验压力的 10%~15%，实际中可取中值进行计算； E_w （水的体积模量 MPa ），水的体积模量与水的温度有关，不同水温时 E_w 取值见表 2。

表 2 管材体积模量与温度对应数值表

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	体积模量 (MPa)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	体积模量 (MPa)
5	2080	20	2170
10	2110	25	2210
15	2140	30	2230

E_p （管材弹性模量 MPa ），所使用的钢丝网骨架 PE 复合管的弹性模量为 $2.06 \times 10^5 \text{MPa}$ ； D_1 （管材内径 mm ，按其管内径面积乘试验段长度计算取值）； e_n （管材公称壁厚，DN200 取 6mm，DN315 取 11.5mm）。

若按 1000 米试验段计算 DN200 钢丝网骨架 PE 复合管的最大允许渗水量为： $\Delta V_{\text{max}} = 1.2V \Delta P [1/E_w + D_1 / (e_n \times E_p)] = 1.2 \times (3.14 \times 0.0985^2 \times 1000) \times 0.1 \times \{ (1/2210) + [0.197 / (0.006 \times 206000)] \} \approx 1.21L$ 。其中，表 3 为压力管道水压试验记录表。

试验过程中每隔 3min 记录一次管道剩余压力，应记录 30min；30min 内管道剩余压力有上升趋势时，则水压试验结果合格。30min 内管道剩余压力无上升趋势时，则应持续观察 60min；整个 90min 内压力下降不超过 0.02MPa，则水压试验结果合格^[1]。

4 无压管道闭水试验

4.1 闭水试验的要求

无压管道的闭水试验，条件允许时可一次试验不超过 5 个连续井段；对于无法分段试验的管道，应根据工程具体情况确定。试验管段应按井距分隔，抽样选取，带井试验^[3]。

表3 压力管道水压试验记录表

编号 C1-05 01-001							
工程名称		施工单位		年月日			
试验类别		试验日期		年月日			
试验范围(桩号)							
试验长度	n	管道内径(di)	mm	公称壁厚(en)	mm		
试验范围 总容积(V)	n³	接口型式	<input type="checkbox"/> 热熔 <input type="checkbox"/> 电熔	PE材料级别			
试验介质		介质温度	℃	环境温度	℃		
预试验阶段及试验结论	设计试验压力		MPa	实测试验压力	MPa	稳压时间	min
	允许泄压量(ΔP1)		MPa	实际泄压量(ΔP2)			
	<input type="checkbox"/> 合格 (ΔP1≥ΔP2)		<input type="checkbox"/> 不合格 (ΔP1<ΔP2)				
	初始试验压力		MPa	降压力(Δp)			
主试验阶段及初步结果	允许泄水量(ΔVmax)		L	实际泄水量(ΔV)			
	<input type="checkbox"/> 合格 (ΔVmax≥ΔV)		<input type="checkbox"/> 不合格 (ΔVmax<ΔV)				
	变化趋势						
	次数	观测时间	观测数值(MPa)	+ -	次数	观测时间	观测数值(MPa)
1				6			
2				7			
3				8			
4				9			
5				10			
结果 + -	30min	MPa		90min	MPa		
外观检查							
试验结论							
监理工程师	施工单位			(其他)单位			
	项目技术负责人	质量检查员	施工员	代表	代表		
结论							

闭水试验应满足以下条件：管道及检查井已施工完成且外观质量已验收合格；管道未回填土且沟槽内无积水；全部孔洞已完成临时封堵，可采用闭水试验专用气囊进行封堵，不得渗水；水源已确定；管道及检查井已提前注水浸泡完成；人员已到位、安全措施已落实后方可进行闭水试验。

4.2 闭水试验计算及填表

试验前试验管段灌满水后浸泡时间不应少于24h；24h后注水到试验水头时，则试验开始。观测管道的渗水量，直到观测结束，应不断地向试验管段内补水，保持试验水头恒定。实际操作时，可使用油性记号笔在需观测水位处分别进行标记，以便测量其实际渗水量。渗水量的观测时间须大于30分钟；实际渗水量应按下式计算： $q=W/T \times L$ ；本工程排水使用的是钢带增强聚乙烯螺旋波纹管，为化学建材管，故本工程闭水试验的允许渗水量按下式计算： $q=0.0046Di$ ，本工程DN500的钢带增强聚乙烯螺旋波纹管的允许渗水量为 $q=0.0046 \times 500=2.3m^3/24h \times km$ ，可化单位为0.00161L/

(min×m)。管道管身及接口、检查井井身、检查井与管道连接处允许有少量滴漏，但不能有连续滴漏、线流等渗漏，并且通过油性记号笔标志量测的实际渗水量在最大允许渗水量内时，方可判定闭水试验合格。其中，表4为排水管道闭水试验记录表。

表4 排水管道闭水试验记录表

编号C050202-008								
工程名称		试验日期		年月日				
桩号及地段								
管道内径(mm)		管材种类		接口种类		试验段长度(m)		
试验段上游设计水头(m)		试验水头(m)		允许渗水量(m³/(24h·km))				
渗水量测定记录	次数	观测起始时间T1	观测结束时间T2	稳压时间T(min)	稳压时间内注入的水量W(l)	实测渗水量q(L/(min·m))		
	折合平均实测渗水量						(m³/(24h·km))	
	外观记录							
结论								
施工单位		监理单位		建设单位				

5 结语

经过对管道功能性试验的计算分析，按照所列计算方式可推算出各管径管材的所需试验数据，有利于现场实际操作及填写试验表格，对于工程的顺利推进，有一定帮助。增强了现场人员的质量意识、安全意识，有积极意义。

参考文献

- [1] GB50268—2008给水排水管道工程施工及验收规范[S].
- [2] 包宇海,王军,张小华,等.大口径球墨铸铁管水压试验施工技术介绍[J].云南水力发电,2023,39(2):36-37.
- [3] 中铁竹基复合材料玉林有限公司,中铁贵州工程有限公司.一种竹缠绕复合管的连接装置及方法:CN202211211632.3[P].2022-09-28.