



CECS 316 : 2012

中国工程建设协会标准

室外真空排水系统工程 技术规程

Technical specification for outdoor vacuum
sewage system engineering

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

**室外真空排水系统工程
技 术 规 程**

Technical specification for outdoor vacuum
sewage system engineering

CECS 316 : 2012

主编单位：上海建筑设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 1 2 年 9 月 1 日

中国计划出版社

2012 北 京

中国工程建设标准化协会公告

第 108 号

关于发布《室外真空排水系统工程 技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会(2004)建标协字第 05 号文《关于印发〈中国工程建设标准化协会 2004 年第一批标准制、修订项目计划〉的通知》的要求,由上海建筑设计研究院有限公司等单位编制的《室外真空排水系统工程技术规程》,经本协会建筑给水排水专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 CECS 316 : 2012,自 2012 年 9 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

二〇一二年六月七日

前 言

根据中国工程建设标准化协会(2004)建标协字第 05 号文《关于印发〈中国工程建设标准化协会 2004 年第一批标准制、修订项目计划〉的通知》的要求,制定本规程。

编制组借鉴了国外标准和工程经验,根据我国室外真空排水系统实际应用和施工情况,并充分征求意见,在此基础上编制本规程。

本规程主要包括:总则、术语和符号、真空排水系统、设计、施工、调试及验收以及维修保养等。

根据原国家计委计标[1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求,推荐给工程建设设计、施工、监理等使用单位及工程技术人员使用。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑给水排水专业委员会 CECS/TC24 归口管理并负责解释[上海现代建筑设计(集团)有限公司,地址:上海市石门二路 258 号,邮政编码:200041]。在使用中如发现需要修改或补充之处,请将意见和资料径寄解释单位。

主 编 单 位: 上海建筑设计研究院有限公司

参 编 单 位: 德国洛蒂格真空公司

帕萨旺-盖格

主要起草人: 徐 凤 包 虹 周夏海 左浩瀚

Dr. Volker Zang Lars Spaeth

鲁宏深 张建三 朱建荣 张 隽

主要审查人: 张 森 刘西宝 赵世明 马信国 归谈纯

符培勇 程宏伟 赵 春 张 勤

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	真空排水系统	(5)
3.1	系统组成	(5)
3.2	真空泵站	(5)
3.3	管道及附件	(7)
3.4	收集箱及附件	(8)
4	设 计	(10)
4.1	管道设计	(10)
4.2	设备选型计算	(12)
4.3	除臭生物滤池设计	(14)
5	施 工	(16)
5.1	施工准备	(16)
5.2	污水泵、真空泵安装	(16)
5.3	真空罐安装	(17)
5.4	真空排水管道安装	(17)
5.5	收集箱安装	(18)
5.6	除臭生物滤池安装	(18)
6	调试及验收	(20)
6.1	一般规定	(20)
6.2	压力测试	(20)
6.3	防堵塞测试	(21)

7 维护保养 (23)

本规程用词说明 (24)

引用标准名录 (25)

附:条文说明 (27)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Vacuum sewage system	(5)
3.1	System components	(5)
3.2	Vacuum pump station	(5)
3.3	Pipes and accessories	(7)
3.4	Collect chamber and accessories	(8)
4	Design	(10)
4.1	Pipe design	(10)
4.2	Equipment sizing	(12)
4.3	Deodorant biofilter design	(14)
5	Construction	(16)
5.1	Construction preparation	(16)
5.2	Vacuum pump, sewage pump installation	(16)
5.3	Vacuum tank installation	(17)
5.4	Vacuum pipeline installation	(17)
5.5	Collection chamber installation	(18)
5.6	Deodorant biofilter installation	(18)
6	Test and acceptance	(20)
6.1	General requirement	(20)
6.2	Pressure test	(20)
6.3	Anti-block test	(21)

7 Maintenance	(23)
Explanation of wording in this specification	(24)
List of quoted standards	(25)
Addition; Explanation of provisions	(27)

1 总 则

1.0.1 为保证室外生活污水真空排水系统工程质量,确保合理设计,指导安装施工、验收和运行,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建和改建的住宅小区室外生活污水、废水真空排水设计、施工、验收和维护。本规程不适用于室外雨水排水工程。

1.0.3 室外真空排水系统的设计和施工,应根据当地地形、地质条件及地下水位、服务对象的特点、接纳污水管道的标高、污水处理泵站的地点以及外界环境大气压力、管道穿越地下障碍物等情况综合考虑。

1.0.4 真空排水系统工程的设计、安装施工、验收、运行及维护保养,除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 重力排出管 gravity outlet pipe

从室内的卫生器具或室外污水检查井到污水收集室之间的按重力流态排水的管道。

2.1.2 真空排出管 vacuum outlet pipe

从收集箱到真空支管或真空主管之间的真空排水管道。

2.1.3 真空排水接户管 vacuum discharge pipe

从室内真空排水系统的出口到室外真空收集箱之间的真空管道。

2.1.4 收集箱 collection chamber

收集和传输生活污水的装置。由污水收集室、真空阀、控制器、感应管、箱体及进气管组成,与重力排水接户管、真空排水接户管相连。有单个真空阀收集箱装置和两个真空阀收集箱装置两种形式。

2.1.5 污水收集室 collection sump

收集箱中收集污水的容器。

2.1.6 真空阀 vacuum valve

用于切断和连通真空管路和重力管路的装置。有气动和气动-电动两种形式。

2.1.7 控制器 valve controller

通过感知感应管内的压力变化,控制真空阀门启闭的装置。

2.1.8 感应管 sensor pipe

同污水收集室相连,允许一部分收集室内的污水进入,通过压缩感应管内的空气,继而触发控制器的元件。

2.1.9 真空管路 vacuum pipeline

管内压力为负压的管路,包括真空排出管、真空支管和真空主管。真空排出管为从收集箱引出的真空管路,真空支管为汇集真空排出管并与真空主管相连的管路,真空主管为汇集真空支管的管路。

2.1.10 检修阀 cut-off valve

用于隔断真空管路或污水管路的装置,以便进行设备、真空管路和污水管路的维护检修。

2.1.11 真空泵站 vacuum station

由真空泵、污水泵、真空罐以及其他的一些辅助设施组成的具有完整使用功能的建筑物或构筑物。

2.1.12 真空罐 vacuum tank

安装在真空主管路的末端,收集和储存污水的容器。同时保证系统 $-0.06\text{MPa}\sim-0.07\text{MPa}$ 的真空度,与真空泵、真空主管以及污水泵相连接。

2.1.13 真空泵 vacuum pump

为真空系统提供足够真空度的机械装置。

2.1.14 除臭生物滤池 deodorant biofilter tank

对真空泵的排气进行过滤、去除异味的处理单元。

2.1.15 检查管 inspection pipe

安装在真空主管路或真空支管上,用于检查和诊断真空管路真空度的接管。

2.2 符 号

f ——污水泵在 1h 内的最大开启次数;

H_p ——污水泵扬程;

H_1 ——污水泵水头损失;

H_2 ——污水泵排水管道沿程水头损失和局部水头损失;

H_3 ——真空罐最低液位与污水排放口的高程差;

H_4 ——需要克服系统的负压阻力；
 H_5 ——流出水头；
 n_A ——真空泵的数量；
 n_w ——排水泵的数量；
 P_u ——环境大气气压；
 $P_{\max}$ ——真空罐内最大的绝对压力；
 $P_{\min}$ ——真空罐内最小的绝对压力；
 Q ——排气量；
 q_A ——最大小时空气量；
 q_w ——最大小时污水流量；
 $q_{A\max}$ ——真空泵组最大小时吸入气体总体积；
 q_{Ap} ——单台真空泵最大小时吸入气体体积；
 q_{wp} ——单台污水泵的排水量；
 V_A ——真空罐最小气体体积；
 V_w ——真空罐最小储水体积；
 V ——真空罐总容积；
 α ——安全系数。

3 真空排水系统

3.1 系统组成

3.1.1 室外真空排水系统宜由收集箱、管道、真空泵站、除臭生物滤池等组成。

3.1.2 室内采用真空排水系统时可直接与室外真空排水系统连接,非真空卫生器具排水应通过收集箱与室外真空排水系统管道连接。

3.1.3 室外真空排水系统宜设置在线监测系统,监测系统应包含下列功能:

- 1 污水收集室液位超高报警。
- 2 真空阀故障报警。
- 3 真空泵故障报警。
- 4 污水泵故障报警。
- 5 真空罐内液位报警(包括液位超低报警和液位超高报警)。
- 6 真空度超高报警,真空度超低报警。

3.2 真空泵站

3.2.1 真空泵站宜布置于真空排水系统中心或地势低的位置,与周围建筑物的距离不应小于 25m,与生活给水泵房、水源、水池的距离不应小于 10m,当达不到要求时,应采取有效的防污染措施。

3.2.2 单个真空泵站的真空主管的长度不宜大于 4km。

3.2.3 真空罐宜埋入地下或设置在真空泵站内,并应符合下列要求:

- 1 真空罐内的压力应维持在 $-0.06\text{MPa} \sim -0.07\text{MPa}$ 之内。

- 2 真空罐罐体应能够承受 -0.095MPa 的负压。
- 3 钢制真空罐的内外壁表面均应进行防腐处理。
- 4 真空罐的最高液位不应超过真空罐有效高度的 $1/2$ ；当超过最高液位时，设于罐内的液位计应发出信号自动关闭真空泵。
- 5 埋入地下真空罐的基础应有抗浮力措施。
- 3.2.4 真空泵宜设于真空泵站内，并应符合下列要求：
 - 1 应采用定型产品，宜选用低噪声、高效的真空泵。
 - 2 应有两台或两台以上有相同运行能力的真空泵，其中一台为备用泵。
 - 3 宜选用旋叶式真空泵。
 - 4 单台真空泵不宜大于 15kW ，且排气量不宜大于 $630\text{m}^3/\text{h}$ 。
 - 5 安装真空泵的房间，室内温度宜维持在 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间。
 - 6 真空泵的运行应严格按照操作运行指南执行。
- 3.2.5 污水泵宜设于真空泵站内，并应符合下列要求：
 - 1 应采用低噪声定型产品。
 - 2 应有两台或两台以上有相同运行能力的污水泵，其中一台为备用泵。污水泵的排水能力应满足真空罐的排水要求。
 - 3 污水泵宜采用干式安装离心排水泵，并宜带有切割装置。
 - 4 污水泵过流通径应大于真空阀的公称尺寸。
 - 5 污水泵应能在负压状态($-0.06\text{MPa}\sim -0.07\text{MPa}$)下工作，每小时启动次数不应大于12次。
 - 6 污水泵的启停应由液位器联动装置控制。
 - 7 每台污水泵出水管上应设排水专用止回阀、闸阀。
 - 8 排水管出口不宜淹没出流。
- 3.2.6 真空泵站内的设施应符合下列要求：
 - 1 真空泵站应有保证设备正常运行的备用电源。
 - 2 真空泵站在断电情况下应能发出故障信号至值班室。
 - 3 真空泵站的控制系统在下列情况发生时应及时报警至值班室：

- 1)真空罐内水位超高、超低。
- 2)污水泵故障停止工作。
- 3)真空泵故障停止工作。
- 4)真空泵或污水泵超时运行。
- 5)真空罐内真空度超高、超低。

4 真空罐与真空泵连接管上的电气装置和仪表应有防爆措施,控制柜与真空泵、污水泵等发热设备的距离不应小于 1.5m;排水管道不应敷设在真空泵、污水泵和控制柜上方。

5 真空泵站内应有隔热、通风、排水措施,并应避免异味扩散到相邻建筑物,通风量不宜小于 15 次/h。

6 真空泵站应有控制噪声的措施,所产生的噪声不应超出国家现行有关标准的规定。

3.2.7 真空泵站排气应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554 的规定,有条件时可高空排放。当不能满足要求时应设除臭生物滤池,并应符合下列要求:

- 1 除臭生物滤池与建筑物的距离宜大于 15m,并应设于夏季主导风向的下风侧。
- 2 除臭生物滤池的池底排水应排至污水系统。

3.3 管道及附件

3.3.1 真空排水系统的管道应由真空排出管、真空支管、真空主管和检查管组成。

3.3.2 真空排水管道宜采用下列敷设形式:

- 1 真空排水管道宜采用锯齿型敷设方式,两个相邻锯齿型提升弯之间的管道坡度不应小于 0.2%。
- 2 管道连续爬坡时应采用袋型真空管路的敷设方式,并在 45°上升段前设“U”型弯。

3.3.3 真空排水主管爬坡累积高度不宜大于 5m。

3.3.4 真空排水系统管路中,所有的管材和管件应符合国家现行

的有关标准,材质应耐蚀耐磨,公称压力不应小于 1.0MPa。

3.3.5 当采用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材时,应选用管系列 S8 的管道及管件,宜粘结连接;当采用高密度聚乙烯(HDPE)管材时,应选用管系列 S5 的管道及管件,应采用电热熔管件焊接连接。

3.3.6 检修阀宜采用密封性能良好的闸阀,并应符合下列要求:

1 阀体内壁应耐腐蚀、光滑、底部无槽,阀轴应用不锈钢材料制作,闸板外表面全部软密封。公称压力不应小于 1.0MPa。

2 阀门在关闭状态下应保证真空管路的真空度,在开启状态下应保证排水顺畅。

3 检修阀和检测管的位置,应设有明显标记。

3.4 收集箱及附件

3.4.1 当室内排水采用重力流或压力流排出时,排水管道应设检查井与收集箱内真空阀连接。宜优先采用塑料排水检查井。

3.4.2 收集箱应靠近污水排出点或污水检查井设置,其间距不宜大于 3m,不宜设置在有车辆、行人经过的地方。

3.4.3 当排水量小于或等于 4L/s 时,宜设单个真空阀的收集箱。当排水量大于 4L/s 时,宜采用两个真空阀的收集箱。

3.4.4 收集箱应采用定型产品,由污水收集室、真空阀、控制器、感应管、箱体等组成,并应符合下列要求:

1 箱内所有的连接元件、配件和箱体必须用耐腐材料制作,箱体可用聚乙烯(PE)材料制成。

2 宜带有监测收集室液位和真空阀工作状态的监控系统。

3 收集箱内的电气装置和仪表应配备防爆措施。

3.4.5 真空阀应符合下列要求:

1 阀体应由坚固、耐腐蚀的材料制成,可用丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)材料。

2 在开启的状态下,其通径不应小于 40mm。

3 开启压力不宜大于 -0.015MPa。

- 4 阀内的密封膜使用寿命不应小于 30 万次开闭次数。
- 5 宜采用负压气动真空阀,当采用电动真空阀时,电气设备必须防爆。

3.4.6 感应管应符合下列要求:

- 1 应采用耐腐蚀的材料制成,可用硬聚氯乙烯(PVC-U)材料。
- 2 管道内壁应光滑,排水通畅。
- 3 管径不应小于 50mm。

3.4.7 液位控制器宜采用与污染物质没有接触的液位传感器,不宜采用浮球式开关。

4 设 计

4.1 管道设计

4.1.1 真空排水系统设计应收集下列资料:

- 1 总平面等高线图。
- 2 服务区域的人口总量。
- 3 服务区域的排水当量。
- 4 服务区域的排水最大小时流量和秒流量、小时变化系数。
- 5 大量用水用户的位置和用水量。
- 6 服务区域和扩建区域。
- 7 污水接纳点的位置、管径和标高。

4.1.2 真空排水系统排水定额和小时变化系数应按现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014、《建筑给水排水设计规范》GB 50015 以及相关标准的规定确定。生活排水量可按当地统计的每人最大时平均秒流量资料进行计算;当缺少污水量统计资料时,可按 $0.0067\text{L}/(\text{人} \cdot \text{s})$ 进行计算。

4.1.3 真空排水系统内的平均气水比(AWR)应按表 4.1.3 选用。

表 4.1.3 真空排水主管平均气水比(AWR)估算表

主管长度 (m)	平均气水比 AWR	沿主管长度的人员密度(人/m)			
		<0.05	0.10	0.20	>0.50
500		3.5~7.0	3.0~6.0	2.5~5.0	2.0~5.0
1000		4.0~8.0	3.5~7.0	3.0~6.0	2.5~5.0
1500		5.0~9.0	4.0~8.0	3.5~7.0	3.0~6.0
2000		6.0~10.0	5.0~9.0	4.0~8.0	3.5~7.0

续表 4.1.3

主管长度 (m)	平均气水比 AWR	沿主管长度的人员密度(人/m)			
		<0.05	0.10	0.20	>0.50
3000		7.0~12.0	6.0~10.0	5.0~9.0	4.0~8.0
4000		8.0~15.0	7.0~12.0	6.0~10.0	5.0~9.0

注:主管平均气水比应根据沿主管长度服务人员密度确定,上坡宜取上限、下坡宜取下限,中间值可用内插法求得。

4.1.4 真空排水主管管径不应小于 65mm,计算管段的管径应按表4.1.4选用。

表 4.1.4 主管管径估算表

上游管道 气水比 平均值	主管公称尺寸(mm)						
	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150	DN200	DN250
	上游服务区人员数量(人)						
2	0~110	0~350	250~600	350~900	500~1400	750~2100	1100~3000
4	0~65	0~200	135~340	200~500	300~800	400~1200	600~1650
6	0~45	0~140	95~240	140~350	200~550	300~820	400~1150
8	0~35	0~105	75~185	105~270	150~425	220~625	300~850
10	0~30	0~85	60~150	85~220	120~340	175~500	250~700
12	0~25	0~75	50~125	75~180	100~290	150~425	200~600

注:上游管道气水平均值为加权平均值。

4.1.5 采用锯齿型敷设方式时,管道公称尺寸不宜小于 100mm;采用袋型敷设方式时,管道公称尺寸不宜大于 100mm。

4.1.6 管道布置应符合下列规定:

- 1 宜敷设于绿地或人行道路下,覆土深度不宜小于 0.70m。
- 2 当必须敷设于车行道路下或软土地基时,应按现行协会标准《埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》CECS 17 和现行行业标准《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101 的有关规定采取加固措施。

3 应敷设于土壤冰冻线以下。

4.1.7 管道应每隔一定距离设提升弯和检查管,提升弯之间水平距离不应小于 6m,且不应大于 100m。

4.1.8 真空排水管线应在下列位置设检修阀:

- 1 支管接入主管处,宜设在分支管段节点的上游管段上。
- 2 直线管道长度大于 400m 处。

4.2 设备选型计算

4.2.1 真空泵、污水泵选型和真空罐容积应经过计算确定。

4.2.2 空气量应按下列公式计算:

$$q_A = q_w \times AWR \quad (4.2.2)$$

式中: q_A ——最大小时空气量(在标准状况下, 20℃, 1 个标准大气压下)(m^3/h);

q_w ——最大小时污水流量(m^3/h);

AWR——平均气水比。

4.2.3 真空泵选型应按下列公式计算确定:

1 真空泵组最大小时吸入气体总体积应按下列公式计算:

$$q_{A\max} = q_A \times \alpha \times P_u / [(P_{\max} + P_{\min})/2] \quad (4.2.3-1)$$

式中: $q_{A\max}$ ——真空泵组最大小时吸入气体总体积(m^3/h);

P_u ——环境气压(kPa);

$P_{\max}$ ——真空罐内最大的绝对压力(kPa);

$P_{\min}$ ——真空罐内最小的绝对压力(kPa);

α ——安全系数,取 1.2~1.5。

2 真空泵数量应按下列公式计算:

$$n_A \geq q_{A\max} / q_{Ap} + 1 \quad (4.2.3-2)$$

式中: q_{Ap} ——单台真空泵最大小时吸入气体体积(m^3/h),根据真空泵样本选择;

n_A ——真空泵的数量。

4.2.4 真空罐的容积应按下列公式计算:

1 真空罐中最小气体体积应按下式计算:

$$V_A = 0.25 \times q_{Ap} \times 1/2 \times (P_{\max} + P_{\min}) / [(P_{\max} - P_{\min}) \times (n_A - 1) \times f] \quad (4.2.4-1)$$

式中: V_A ——真空罐最小气体体积(m^3);

q_{Ap} ——单台真空泵最大小时吸入气体体积(m^3/h);

$P_{\max}$ ——真空罐中最大绝对压力(kPa);

$P_{\min}$ ——真空罐中最小绝对压力(kPa);

n_A ——真空泵的数量;

f ——污水泵在 1h 内的最大开启次数,不大于 12 次/h。

2 真空罐中最小储水体积按下式计算:

$$V_w = 0.25 \times q_{wp} / f \quad (4.2.4-2)$$

式中: V_w ——真空罐最小储水体积(m^3);

q_{wp} ——单台污水泵的排水量(m^3/h)。

3 真空罐总容积应按下式计算,且不应小于真空罐最小储水体积的 3 倍:

$$V = V_w + V_A \quad (4.2.4-3)$$

式中: V ——真空罐总容积(m^3)。

4.2.5 污水泵选型应按下列规定确定:

1 污水泵组流量应按系统最大小时污水量确定,并应大于排入真空罐的污水流量。

2 单台污水泵排水量和污水泵的数量应按下式计算,并有 1 台污水泵备用。

$$q_{wp} \geq q_w / (n_w - 1) \quad (4.2.5-1)$$

式中: q_{wp} ——单台污水泵的排水量(m^3/h);

q_w ——最大小时的污水量(m^3/h);

n_w ——排水泵的数量。

3 污水泵扬程应按下式计算:

$$H_p \geq H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 \quad (4.2.5-2)$$

式中: H_p ——污水泵扬程(m);

H_1 ——污水泵水头损失(m);

H_2 ——污水泵排水管道沿程水头损失和局部水头损失(m);

H_3 ——真空罐最低液位与污水排放口的高程差(m);

H_4 ——需要克服系统的负压阻力(m),即真空罐内的最大负压值;

H_5 ——流出水头(m),可按 2m~3m 计算。

4.3 除臭生物滤池设计

4.3.1 每单元滤池处理的排气量不宜超过 $2000\text{m}^3/\text{h}$,滤池体可采用混凝土、钢或玻璃钢制成(图 4.3.1)。

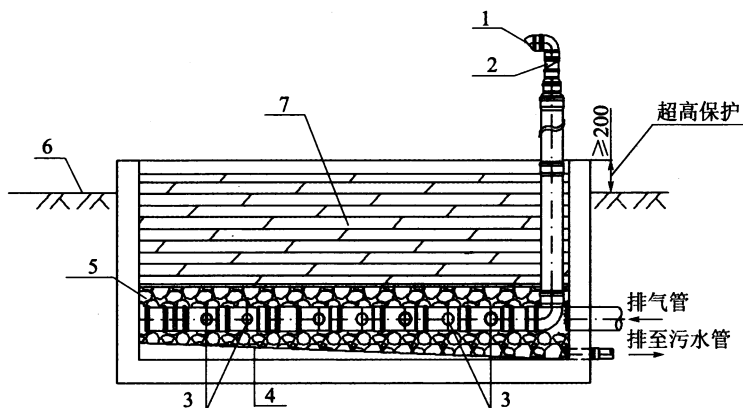


图 4.3.1 除臭生物滤池示意图

1—泄压管;2—止回阀;3—透气支管;4—底部有斜度通向污水管;

5—砾石层;6—地坪;7—树皮层

4.3.2 排气管的材料宜采用塑料管材。

4.3.3 池内滤料承托层宜采用砾石,粒径为 10mm~15mm 粗石料应放置在滤池最底部,粒径为 5mm~8mm 的中石料应放置在粗石料之上。承托层的高度宜为 500mm。

4.3.4 排气管道应敷设在承托层内,排气管道上的开孔直径及孔之间的间距不应破坏管道的结构强度。排气孔总面积应大于 2 倍排气管截面积,排气孔应均匀分布于排气管上。滤料层宜由粗树皮和不易腐烂的树叶和植物组成。厚度宜为 500mm~1500mm,超高不宜小于 200mm。

4.3.5 排气管道之间净间距宜大于 350mm,且不应大于 1000mm。

4.3.6 排气横管敷设应有不小于 0.5% 的坡度,坡向真空泵站。

4.3.7 真空系统应采用一条排气管道。排气管道的管径应根据真空泵的排气量确定,并符合表 4.3.7 的规定。

表 4.3.7 排气管道的管径

排气量 $Q(\text{m}^3/\text{h})$	主管管径(mm)	支管管径(mm)
$Q < 450$	125	80
$450 \leq Q < 700$	150	100
$700 \leq Q < 1000$	200	100
$1000 \leq Q < 2000$	300	100~150

4.3.8 滤池面积应按真空泵站的排气量确定,并按表 4.3.8 选用。

表 4.3.8 滤池最小面积

排气量 $Q(\text{m}^3/\text{h})$	滤池面积(m^2)
$Q < 450$	≥ 5
$450 \leq Q < 700$	≥ 8
$700 \leq Q < 1000$	≥ 10
$1000 \leq Q < 2000$	≥ 15

4.3.9 滤池底部应有排水措施,排至污水管道。当池底排水直接排至污水管道有困难时,池底应设集水井和提升装置。

4.3.10 滤池透气管上止回阀开启压力宜为 0.002MPa~0.003MPa。

4.3.11 池壁沿口应高出地坪不小于 200mm。

5 施 工

5.1 施 工 准 备

5.1.1 施工安装前,应具备下列条件:

1 施工图纸及有关技术文件齐全,已进行图纸技术交底,施工要求明确;施工单位应编制施工组织方案。

2 具备施工方案和管材、管件、专用热熔机具供应等施工条件。

3 施工用地及材料贮放场地等临时设施和施工用电应满足施工需要。

5.1.2 污水泵、真空泵、真空罐、真空阀、排出管、真空管道等设施及其附属管道,在安装前应清除其内部污垢和杂物。管道系统安装过程中的开口处应及时封闭,并做好现场保护工作,如有损坏,应及时更换。

5.1.3 施工承包方应在开始施工时对施工人员进行关于设备安装及管道铺设和排出管的安装指导和培训。

5.1.4 施工单位必须依据承包商提供的检查项目表,认真做好自检、互检工作,并且在自检、互检单上签字确认检查结果。承包商或监理在收到施工单位的检验单后,应对关键部位进行专门检查,并对检查结果加以记录。

5.2 污水泵、真空泵安装

5.2.1 污水泵、真空泵的规格、型号应符合设计要求,并应有产品合格证和安装使用说明书。

5.2.2 污水泵、真空泵等设备就位固定安装前,应复核设备基础定位尺寸、泵房外墙预留洞口径、标高等是否符合施工图设计

要求。

5.2.3 污水泵、真空泵的安装,应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 和《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的有关规定。

5.2.4 与污水泵、真空泵连接的管道不得将作用力传递到泵的进出口法兰上。

5.2.5 污水泵、真空泵安装后应采取安全可靠的成品保护措施。

5.3 真空罐安装

5.3.1 施工承包方应按下列规定进行施工:

1 根据设计施工图定位尺寸开挖,并排除积水。

2 根据施工图中真空罐设备基础尺寸、标高、定位尺寸施工。

3 复核真空罐设备基础标高。

4 先将真空罐各接口予以封堵,再将真空罐吊装到位,并校核各接口的标高,满足设计要求。

5 真空罐外壁及其固定配件应采取防腐措施。

6 真空罐牢固固定于基础上,并以素土填实,压力传感器、液位控制器等控制器应有安全防护措施。

5.3.2 真空罐埋地安装时,应考虑浮力的影响。

5.3.3 真空罐安装后应采取安全可靠的成品保护措施。

5.4 真空排水管道安装

5.4.1 管道施工应保证管线敷设符合设计要求,未经设计方同意,不得任意修改和改变设计。

5.4.2 管道施工应按现行行业标准《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101 和现行协会标准《埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》CECS 17 的有关规定执行。

5.4.3 管道施工应保证密闭性,管道连接处应保证管道内部光滑,不得采用 90°的弯头、三通,应采用 45°的弯头、斜三通。

5.4.4 管道与真空罐应采用法兰和垫片连接,不得渗漏,真空管道与真空罐连接处应安装检修阀。

5.4.5 管道铺设应考虑到地下设施、交通设施、重力、碰撞承受力以及负压运行和密封性检验的影响。安装时应考虑高温、紫外线和外力对管材的影响,当无法避免时,应采取有效的防护措施。

5.4.6 管道坡度应大于 0.2%,允许高点的高程位置和低点的高程位置与设计的高程剖面的最大偏差应为 25mm。管道纵向偏转与水平轴线夹角宜大于 45°。

5.4.7 禁止对未作检查或检查未合格的管段进行覆土。

5.5 收集箱安装

5.5.1 收集箱安装前,应夯实坑底原土后,在底部铺设厚度不小于 200mm 的中粗砂层。

5.5.2 收集箱应垂直于水平面安装,宜按现行协会标准《建筑小区塑料检查井应用技术规程》CECS 227 的有关规定施工。箱体上部周围应砌防护井圈,井圈内径不应小于 1300mm,井圈上沿应高出地面不小于 200mm。

5.5.3 收集箱安装后,箱体与井之间的空隙必须采用人工回填中粗砂至距离地面 500mm,其上采用原土回填。

5.5.4 施工人员应及时清理收集箱内垃圾和污水,确保清洁、干燥后,将真空阀安装到位,同时连接各相应管线。

5.5.5 真空阀安装后应采取安全可靠的防护措施。

5.6 除臭生物滤池安装

5.6.1 除臭生物滤池内管路间距应符合设计要求,排气管应从起端到管道末端保持大于 0.5% 的坡度坡向真空泵站。

5.6.2 除臭生物滤池内滤料承托层应铺设均匀,铺设要求可按滤料供应商的要求确定。

5.6.3 管道支架的预埋件位置应正确、牢固可靠,埋入部分应除

锈、除油污。

5.6.4 管道支架外露部分采用不锈钢制作时,应对焊缝处进行酸洗和钝化处理;支架外露部分采用钢铁制作时,应进行防腐处理。

5.6.5 排气管安装完毕后,应依次装填入粗石料和中石料,直至设计高度,并应保证排气管的排气孔不被石料掩盖。

5.6.6 中石料之上应覆盖网目密度为每 100cm^2 不小于 2000 目的建筑防护网。

5.6.7 建筑防护网上应放置粗树皮和树叶,直至设计高度。

5.6.8 在除臭生物滤池运行之前应在树叶上喷洒水。

6 调试及验收

6.1 一般规定

6.1.1 真空排水系统安装完成后应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定进行试验和验收,并应按本规程第 6.2 节和第 6.3 节的规定进行压力测试和防堵塞测试。

6.1.2 测试时必须有施工方、现场工程师、监理单位到场,并记录测试结果。

6.1.3 设备和系统的测试应进行单机测试、清水测试和负荷测试。

6.2 压力测试

6.2.1 真空排水系统的测试应先划分成若干个区域进行测试,再进行总体调试。

6.2.2 真空排水管道应进行分段密闭性测试,分段间距不宜大于 450m。分段测试的方法应按下列顺序和规定进行:

1 支管测试时,关闭除了检查管外的所有真空管路的进出口。将真空泵同检查管相联,开启真空泵,直至测试管路内的压力达到 $-0.07\text{MPa} \sim -0.08\text{MPa}$ 。负压状态至少保持 30min,且在此后的 2h 内,压力变化不得大于 5%。

2 主管检测时,关闭检修阀,用管帽密闭真空排出管连接装置,将真空泵接入检查管,根据压力表显示加入 $-0.07\text{MPa} \sim -0.08\text{MPa}$ 负压,并维持此负压不少于 30min,且在此后的 2h 内压力变化不得超过 5%。

3 每次测试时必须有施工方、现场工程师、监理单位到场,并

记录测试结果。

4 如果任何部分在测试中失败,应检查真空破坏点,并修复后重新进行测试,直到符合标准为止。

6.2.3 收集箱内真空阀的测试应按下列顺序进行:

1 测试前应保证收集箱内清洁和干燥。

2 确认真空管道内有 $-0.07\text{MPa}\sim-0.08\text{MPa}$ 的真空度。

3 向收集箱的收集室灌水,真空阀门应根据水位自动开启,收集室内的水能被排走。

4 通过标尺确定真空阀门在正确的范围内开启。

6.2.4 真空罐的测试应按下列顺序进行:

1 打开真空罐和真空泵之间的阀门,关闭其他的阀门。

2 启动泵房内的真空泵,根据压力表显示加入 $-0.07\text{MPa}\sim-0.08\text{MPa}$ 负压,并维持此负压不少于30min,且在此后的2h内压力变化不得超过5%。

6.2.5 真空泵站的测试应按下列顺序进行:

1 首先应分别开启真空泵和污水泵,确保其运行正常。

2 关闭真空主管道的分流阀门,手动开启一台真空泵,真空泵连续运行5min无故障。

3 依次进行其他真空泵的调试。

6.2.6 在各项测试完成后,应对整个系统进行整体测试:打开所有的检修阀门,根据真空泵站内压力表显示加入 $-0.07\text{MPa}\sim-0.08\text{MPa}$ 负压,并维持此负压不少于30min,且在此后的4h内压力变化每小时不得超过1%。

6.3 防堵塞测试

6.3.1 真空排水系统防堵塞测试物品的规格和数量可按表6.3.1确定。

表 6.3.1 防堵塞测试物品的规格和数量

序号	物品名称	规 格	数量
1	塑料袋	$(300 \pm 30) \text{mm} \times (270 \pm 20) \text{mm}$	1 个
2	塑料袋	$(200 \pm 20) \text{mm} \times (150 \pm 15) \text{mm}$	1 个
3	金属软木塞	直径 25mm	2 个
4	男性避孕套	—	2 个
5	卫生巾	净重 $(45 \pm 5) \text{g}$	1 片

6.3.2 真空排水系统防堵塞测试应按下列顺序进行：

- 1 将表 6.3.1 中的防堵塞测试物品在水中浸泡 3min 以上。
- 2 开启真空泵,真空排水系统内的真空度应维持在 $-0.04 \text{MPa} \sim -0.06 \text{MPa}$ 范围内,依次将防堵塞测试物品投入收集箱的收集室内,并注入适量的清水。
- 3 观察液面达到设定位置后,真空排水系统可以正常运行,且能够将测试材料吸入管道内。

7 维护保养

7.0.1 真空排水系统应定期维护,并按下列规定操作,做好运行记录:

- 1 每6个月巡视检查末端传输装置和配套设备。
- 2 每年检查清洗收集室、连接管件和进气孔。
- 3 每5年检查传输阀,确认是否需要更换。
- 4 每年40次巡视并记录真空泵和其他设备的运行小时数。
- 5 每年12次巡视并记录真空泵、其他设备日常的运行维护和电气维护。

6 若采用监测系统,可以适当减少巡视次数。

7.0.2 真空排水系统的维护保养说明应包括设备的维护保养说明、管路系统的维护管理规定、预防措施等。真空排水系统的维护保养应由系统承包商根据采购的设备和管路,结合当地实际情况,提供一整套完整的维护和保养方法。

7.0.3 运行人员应准备多套真空阀用于更换,保证系统正常运行。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

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:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《室外排水设计规范》GB 50014
- 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275
- 《恶臭污染物排放标准》GB 14554
- 《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101
- 《埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》CECS 17
- 《建筑小区塑料排水检查井应用技术规程》CECS 227

中国工程建设协会标准

室外真空排水系统工程
技 术 规 程

CECS 316 : 2012

条 文 说 明

目 次

1 总 则	(31)
3 真空排水系统	(33)
3.1 系统组成	(33)
3.2 真空泵站	(33)
3.3 管道及附件	(35)
3.4 收集箱及附件	(37)
4 设 计	(40)
4.1 管道设计	(40)
4.2 设备选型计算	(41)
4.3 除臭生物滤池设计	(45)
5 施 工	(46)
5.1 施工准备	(46)
5.2 污水泵、真空泵安装	(46)
5.3 真空罐安装	(46)
5.4 真空排水管道安装	(47)
5.5 收集箱安装	(47)
5.6 除臭生物滤池安装	(47)
6 调试及验收	(48)
6.1 一般规定	(48)
6.2 压力测试	(48)
6.3 防堵塞测试	(49)
7 维护保养	(50)

1 总 则

1.0.1 本条阐述了制定本规程的目的。为了在室外真空排水系统工程中设计合理,保证安装施工质量和运行,特制定本规程。

1.0.2 本条规定了本规程的适用范围。真空排水系统是有别于重力排水系统和压力排水系统的一种排水系统。真空排水系统是利用真空设备使排水管道内产生一定真空度,利用空气压差输送介质的排水系统。真空排水系统中的污、废水以气水混合物的形式,以不大于 7m/s 的流速在管道内输送。真空排水系统适用于生活污水、废水排水系统,尤其适用于生活污水排水点分散、排水距离较长、地势平坦、排水管道需要跨越障碍物(如:小河、管沟、供水管等)、地下水位较高、人口密度低、水源保护区、临时排污点(营地、度假村等)和由于地下管道施工可能影响交通等区域。室外真空排水系统不适用于建筑物密集的场所。雨水排水系统往往为满管流,所以真空排水系统不适用于雨水排水系统。

1.0.3 真空排水系统与重力排水系统相比,排水管道管径小、埋深浅,不需要设置检查井,无渗漏,不影响周围环境,施工方便快捷、周期短;与压力排水系统相比,输送距离更远。真空排水系统的特点决定了其适用领域。

对真空排水经济性的评价需要结合其他相关专业和综合造价。例如,除了排水设备本身的价格之外,还需要综合考虑土建费用、安装费用、施工周期、运行费用和维护费用等。

高原地区采用真空排水系统需考虑气压影响。

1.0.4 本规程主要参考欧洲标准《室外真空排水系统》EN 1091 和德国给水、排水及垃圾协会工作手册《特殊的排水方法 第一部

分 户外负压排水系统》ATV-DVWK-A116(2004 年版),ROEVC
真空污水排水系统设计手册编制。工程设计、安装施工还应遵循
国家现行有关标准的规定。

3 真空排水系统

3.1 系统组成

3.1.1 室外真空排水系统主要由收集箱、真空管道、真空罐、真空泵、排水泵和除臭生物滤池组成,其示意图如下:

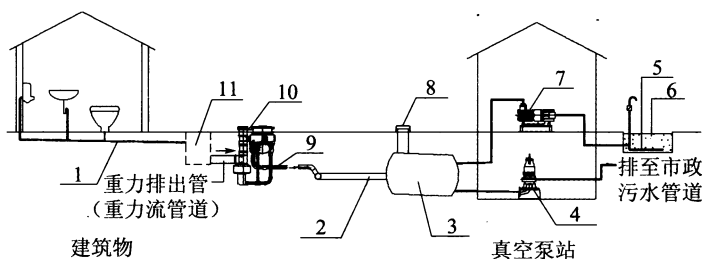


图1 室外真空排水系统示意图

- 1—重力排出管;2—真空支管或主管;3—真空罐;4—污水泵;5—透气管;
6—除臭生物滤池;7—真空泵;8—检查孔;9—真空排出管;
10—收集箱;11—污水检查井

3.1.2 本条规定了室外真空排水系统与室内真空排水器具衔接的要求。

3.2 真空泵站

3.2.1 本条规定了真空泵站布置总体的要求。

真空泵站布置于排水管网的中心是使排水管的长度基本相同,阻力损失基本相同;真空泵站布置于地势低的位置是为了降低因地势造成的压力损失。真空泵站的设备运行时会产生噪声,故应与周围建筑物保持足够的距离。按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015—2003(2009年版)的有关规定,真空泵站

与生活给水泵房、水源、水池应保持不小于 10m 的距离,当达不到 10m 以上的要求时,应采取有效措施防止污水泄漏污染生活给水泵房、水源、水池。

3.2.2 本条规定了真空主管的辐射半径。真空排水系统受到大气压力的限制,最大可以为 -0.1MPa ,而真空排水系统的工作压力在 $-0.06\text{MPa}\sim-0.07\text{MPa}$ 之间,即沿程损失、提升损失等损耗之和必须小于工作压力,也就决定了真空主管的敷设长度不宜大于 4km。

3.2.3 本条规定了真空罐布置和使用要求。在真空泵站内,真空罐内的压力维持在 $-0.06\text{MPa}\sim-0.07\text{MPa}$ (即 $-0.6\text{bar}\sim-0.7\text{bar}$ 或 $40\text{kPa}\sim30\text{kPa}$ 绝对气压)之间。进入真空泵站的污水,由污水泵排放至重力污水管网。

真空罐本体一般采用碳钢材质焊接制作,其内、外表面应采用防腐处理。

3.2.4 本条规定了真空泵使用要求。真空泵有水环式和旋叶式,水环式真空泵占地大,能效低,因此不建议采用。旋叶式真空泵具有能效高,极限真空度高的特点,并且不会因为循环水温度过高造成气蚀现象而降低效率,因此推荐使用。

3.2.5 本条规定了污水泵使用要求。污水泵的排水能力应满足真空罐的排水要求,真空泵站应有两台或两台以上有相同运行能力的污水泵,其中一台为备用泵,当一台污水泵不能使用的情况下另一台污水泵仍可正常运作。污水泵应安装在真空罐外部,污水泵设置在真空泵房内,采用干式安装污水泵,方便维修保养。为避免污物堵塞排水泵,要求污水泵自带切割装置。污水泵与真空罐直接相连,故污水泵应能在 $-0.06\text{MPa}\sim-0.07\text{MPa}$ 负压值范围内工作,没有堵塞和气蚀现象。污水泵受真空罐内液位器控制,进行启动和关闭动作,要求污水泵能够频繁启动,所以对每小时启动次数提出要求。

3.2.6 本条规定了真空泵站设施的要求。真空泵站是真空排水系统的最重要组成部分,应在断电情况下也能发出故障信号。当

发生真空罐内水位不足、排水泵停止工作、真空泵停止工作、真空泵或排水泵超时运行、真空罐内负压超限时,泵站的控制系统应能及时报警。

3.2.7 本条规定了真空泵站排气的除臭要求。除臭生物滤池是真空泵站的附属设施。除臭生物过滤池中产生的有机物滤液为污染物,所以应随污水一同处理。当真空泵站排气至建筑物最高顶部,可按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中对重力流排水系统伸顶通气管的要求执行。

3.3 管道及附件

3.3.2 本条规定了真空排水管道敷设的要求。管道敷设形式一般有锯齿型、袋型两种形式。锯齿型适用于绝大部分管道敷设形式,管径的公称直径不宜小于 $DN100$ 。袋型适用于管道连续爬坡的情况,连续爬坡以计算的高程损耗为准,每次提升的高度应参照提升弯做法执行,提升弯之间和检查管之间的间距不小于 6m。

袋型与锯齿型敷设方式相似但有区别,在 45° 上升段前多了一个“U”型弯。袋型敷设方式的管道公称直径不宜大于 $DN100$ 。管道敷设方式和管径选用须与系统供应商协调解决。管道系统最大的静压力是在所有坡面被水充满的条件下计算的。坡面真空管的压力水头是坡面最低点和随后最高点之间的高度差,再减去管道内直径后得到的值。

锯齿型敷设方式如图 2 所示,其中, $H=h+d$ 。

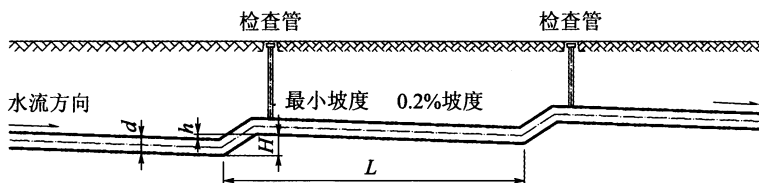


图 2 锯齿型敷设示意图

H ——每个真空排水管上升管的高度,等于低点同下一个高点之间的高度差;

h ——每个真空排水管上升管的压力水头;

L ——管段长度;

d ——管道内径。

袋型敷设方式如图 3 所示,其中, $H=h$ 。

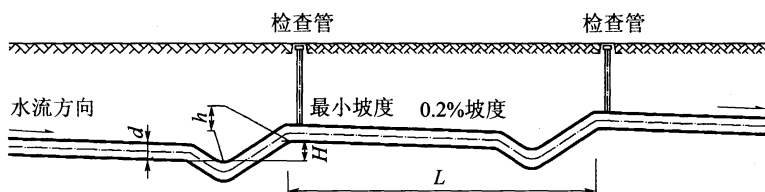


图 3 袋型敷设示意图

H ——每个真空管上升的高度,等于低点同下一个高点之间的高度差;

h ——每个真空管上升的压力水头;

L ——管段长度;

d ——管道内径。

3.3.3 本条规定了真空排水管道提升高度的要求。真空排水系统受大气压的限制,沿程损耗等原因,累积高度不宜大于 5m,即通常情况下主管的最大压力水头之和不允许超过 5m。海拔高度的增加会降低真空泵的能效率,即海拔越高,爬坡高度越小,所以累积高度最大值应根据当地气压变化进行修正。

3.3.4 本条规定了真空排水管道压力等级选用的要求。真空排水系统采用的管道和管件应符合国家现行有关标准,公称压力不小于 1.0MPa。

3.3.5 本条规定了真空排水管道选用的要求。

采用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材用于真空排水管道,公称外径与公称壁厚之比管系列为 SDR-17 或 S 系列 S8 的管道。采用国内硬聚氯乙烯(PVC-U)管材应满足现行国家标准《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T 10002.1 和《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件》GB/T 10002.2 的要求。粘接连接应先清洗粘接面,并在生产商的指导下进行安装。

采用高密度聚乙烯(HDPE)管材用于真空排水管道,公称外径与公称壁厚之比管系列为 SDR-11 或 S 系列 S5 的管道。采用国内高密度聚乙烯(HDPE)管材,应满足现行国家标准《给水用聚乙烯(PE)管材》GB/T 13663 和《给水用聚乙烯(PE)管件》GB/T 13663.2 的相关要求。当采用电热熔管件焊接连接方式,必须采用专用电热熔焊接工具,由经过电热熔焊接培训合格的专业人员完成。PE80 给水管材环向应力不小于 9.0MPa(20℃),PE100 给水管材环向应力不小于 12.40MPa(20℃)。

3.3.6 本条规定了真空排水系统管道上检修阀门选用和使用的要求。在真空排水系统中需要设置检修阀门,保证系统在维护或检修时真空阀的真空侧还处于真空状态,以免在阀门维修时损害整套真空系统。在检修阀和检测管的位置,设置明显标记,可以用符号“污”标注。

3.4 收集箱及附件

3.4.1 本条规定了室外真空排水系统与室内重力流排水系统衔接的要求。室内重力排水管道应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 有关规定设计,必须通大气。如果由于气堵导致没有水进入或者进水不足,真空阀无法自动开启,则管路内水积累越来越多就可能造成回水。

3.4.2 收集箱主要是保护真空阀、控制器等元件。收集箱的顶盖、箱体一般均为塑料材质,顶盖所能承受的荷载有限,故不能直接放置在车行道上,宜放置在绿化区域。收集箱一般应靠近室内污水排出管道较集中的地方设置,重力排水管道不宜过长。

3.4.4 本条规定了收集箱对产品的要求。收集箱是真空排水系统中一个重要设备。

收集箱带有监控系统,可监测收集室的液位和真空阀的工作状态,在实际运行中会使系统更加有效。例如:当发生回流或发生长时间开启真空阀的情况时,可通过就地的信号或远程数据传输

装置进行监控。

在收集箱内,如果存在某些电气设备,例如电磁阀等,则这些装置在正常运行时,处于爆炸环境中,则必须采用防爆仪表或防爆电气设备。

收集箱内所有的连接元件、配件和箱体必须为防腐材料(图4)。如采用聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)、合成材料或不锈钢材料。

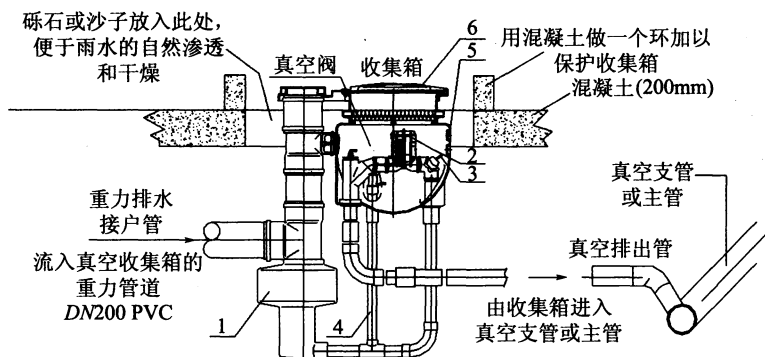


图4 收集箱与管道连接示意图

1—污水收集室;2—真空阀;3—控制器;4—感应管;5—箱体;6—井盖

3.4.5 本条规定了真空阀的要求。真空阀应采用专用产品,必须由坚固、耐腐蚀的材料制成,如用ABS材料制作。真空阀安装在收集箱内,真空阀开启后,污水及空气将被吸入真空排水管道,流向真空泵站。为避免污物堵塞阀体通道,所以对阀体的通道直径尺寸提出要求。真空阀是真空排水系统中一个重要设备,是真空排水系统中隔离真空状态与大气状态的界面阀,为确保系统运行可靠,要求真空阀密封膜使用寿命不应少于30万次开启次数。

3.4.6 本条规定了收集箱内感应管的要求。感应管的管内壁应光滑。当管道内压力达到一定值,真空阀开始工作,利用真空将感应管内的污水以一定的速度快速吸走,达到感应管内部干净的状态。

态。感应管可采用聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)材料。

3.4.7 液位控制不建议采用浮球式开关,因为浮球式开关不适合使用在对污染物极其敏感的地方。污染物在浮球开关表面聚集后,精度下降。因此应当使用和污染物质没有接触的液位传感器,例如利用压力原理的压力变送器等。

4 设 计

4.1 管道设计

4.1.1 本条规定了真空排水系统设计收集资料。为保证真空排水系统的设计准确和快速,在初步设计阶段,设计人员应收集地形、真空排水系统服务区域的人数、排水量、今后是否扩建以及接纳污水排水点的位置、管径、标高等资料,作为初步设计的依据。对于大量用水用户的位置应当尽量靠近真空主管,尽量靠近真空泵站,以便迅速地收集和排出这部分水。

4.1.2 本条规定了真空排水系统排水量计算的原则。真空排水系统的排水计算是系统设计的重点之一,牵涉到设备、管道的选型和造价,故应认真计算。排水量可按现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 和《建筑给排水设计规范》GB 50015 的有关规定计算。污水量也可按当地统计的每人最大时平均秒流量资料进行计算;当缺少污水量统计资料时,可以按 $0.0067\text{L}/(\text{人} \cdot \text{s})$ 进行计算,该数据由公司德国洛蒂格真空公司参考现行国家标准《建筑给排水设计规范》GB 50015 用水定额提供。当有相类似工程实例时,可参照执行。

在实际工程中也可按卫生器具的使用频率计算排水量。如上海国际赛车场卫生间器具排水量及使用频率如下:

卫生洁具名称	排水量(L/次)	使用频率(次/h)
大便器	6.00	12
小便器	2.50	24
洗手盆	2.00	30

以此数据计算每个卫生间的排水量和总排水量。经过几年的运行,排水情况良好。

4.1.3、4.1.4 规定了选取真空排水系统管道设计气水比的主管

管径原则。表 4.1.3、表 4.1.4 是参考德国给水、排水及垃圾协会工作手册《特殊的排水方法 第一部分 户外负压排水系统》ATV-DVWK 的有关内容。由于真空排水管道内是气、水两相流,复杂的水流动态过程和气流状态的多样化,采用精确计算方法计算气水比是不可能的,故采用近似值,估算真空管路中的气水比数值。服务区域的人员密度除以真空排水主管长度(以 m 计)为沿主管长度的人员密度。真空排水系统内的平均气水比(AWR)按经验值 $3:1 \sim 15:1$ 确定。气水比随管线长度及需要克服的损耗而增大。一般主管起端的气水比应大于末端的气水比,主管末端的气水比大于真空泵站附近真空主管的气水比。

表 4.1.3 的数据适用于大部分真空排水系统项目。这些项目中排水定额约为 $0.0067\text{L}/(\text{人} \cdot \text{s})$,服务地区相对平坦,排水管网分布均匀。

真空排水管道内流速一般在 $3\text{m/s} \sim 7\text{m/s}$ 范围内。

条件特殊的项目应与系统供应商配合进行设计计算。

4.1.7 提升弯处应设置检查管。规定提升弯之间距离不应小于 6m ,以保障管道内有足够积水量并不使坡度过陡。规定提升弯之间距离不应大于 100m ,以避免单一提升高度过高,同时保障真空管道在合适的距离内有气水混合。提升弯和检查管设置还应根据当地地形需要进行调整。

4.2 设备选型计算

4.2.1~4.2.5 规定了真空排水系统设备设计方法、计算公式。真空泵站内设备有真空泵、真空罐、排水泵,是真空排水系统的核心部分,其选型应经过计算确定。计算方法和计算公式是参考德国给水、排水及垃圾协会工作手册《特殊的排水方法 第一部分 户外负压排水系统》ATV-DVWK-A116(2004 年版)。

绝对压力为环境气压加上相对压力。

选择的真空泵的数量越多,真空罐所需体积越小。

设计还应考虑设备数量、造价,周围排水系统。

计算举例:

某地有居民 800 人,每人每天的污水排量为 $250\text{L}/(\text{人}\cdot\text{天})$ 。通过真空排水系统与真空泵站相连(见图 5),该区域地形是平坦的,真空排水管道采用锯齿型敷设方式,为枝状排水管网。计算真空泵站内各设备的选型参数。

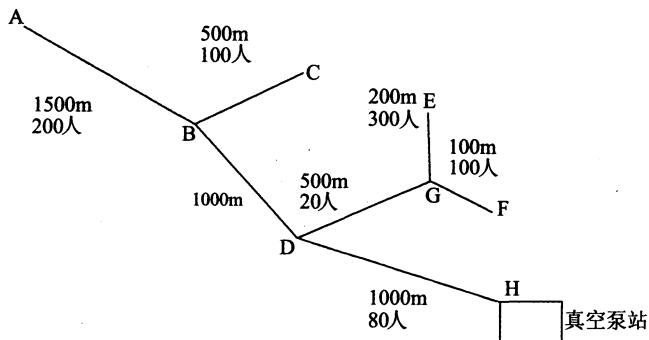


图 5 真空泵站与管网连接示意图

1 管网计算

- 1) 真空排水主管管长 3500m;沿主管长度的居民数量有 800 人;沿主管长度的入口密度为 $0.23 \text{ 人}/\text{m}$;平均气水比根据本规程表 4.1.3 估算表取值: $\text{AWR}=4\sim 10$ 。
- 2) 根据真空排水管道的布置中主管的长度和人口密度,由本规程表 4.1.3 中查得,气水比中值 $4\sim 10$,设平均值为 8。收集箱和管道末端的气水比取 10,在真空泵站附近取 4。
- 3) 根据真空排水管道上游气水比的大小和上游服务人口数,可以查本规程表 4.1.4 得到真空排水主管的管径。同时根据真空排水管道的敷设方式,可以计算得出主管的最大水力静压高差沿 A—B—D—H 为 2.1m,即 21kPa ,小于 50kPa 。
- 4) 具体气水比、最大静压差计算见表 1。

表 1 气水比、最大静压差计算表

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
地 段		段前 居民 数量 (人)	每段 居民 数量 (人)	到段 末的 居民数 (人)	每段 排出管 的平均 气水比 (AWR)	每段末 的平均 气水比 (AWR)	每段 管径 (mm)	高度差 H (cm)	最大 水力 静压差 h (mH ₂ O)	管道长 L (m)	每段 管道 最低点 间距 (m)	每段 低点 数量 (个)	每段 最大 静压差 (mH ₂ O)	最大 水力 静压 差到 末端 Σh_i (m)
A	B	0	200	200	10	10	150	20	0.05	1500	100	15	0.75	0.75
C	B	0	100	100	10	10	100	20	0.1	500	100	5	0.5	0.5
B	D	300	0	300	8	10.0	150	20	0.05	1000	100	10	0.5	1.25
E	G	0	300	300	8	8	125	20	0.075	200	100	2	0.15	0.15
F	G	0	100	100	8	8	100	20	0.1	100	100	1	0.1	1.35
G	D	400	20	420	6.5	7.9	200	30	0.1	500	150	3.3	0.3	0.3
D	H	720	80	800	4	8.3	250	30	0.05	300	150	2	0.1	0.1
						8.3								2.1
						>8								<5

注:高度差 H 由设计者设定。

2 设备计算

该地区有 800 个居民,每人每天的生活排水量为:250L/(人·天),污水排放的小时变化系数取 2.3。真空排水管道主管长度为 3500m,总的管路长度为 4800m。

1) 污水量及空气量的计算

人口密度 $EDL = EW/L = 800/3500 \approx 0.23 (E/m)$

气水比经过计算约为 8.3;

每人最大时平均秒污水量: $q_w = 250 \times 2.3/3600/24 \approx 0.0067 [L/(人 \cdot s)]$

总污水量: $q_w = 800 \times 0.0067 \approx 5.32 (L/s)$

空气量: $q_A = q_w \times AWR = 5.32 \times 8.3 \approx 44.16 L/s = 159 (m^3/h)$

2) 真空泵选型计算

真空泵启动压力(绝对压力)设为 $P_{\max} = 45 kPa$ (一般管内绝对压力为 40kPa)

真空泵停止压力(绝对压力)设为 $P_{\min} = 35 kPa$

大气压力为 $P_u = 100 kPa$

安全系数取值 $\alpha = 1.25$

真空排水系统运行时,高峰流量的所需气体:

$$q_{A\max} = \alpha \times q_A \times P_u / [(P_{\max} + P_{\min})/2] = 1.25 \times 159 \times 100/40 = 497 (m^3/h)$$

参阅真空泵选型手册,选择单台为 160m³/h,功率为 4kW 的真空泵。

真空泵的数量为:

$$n_A = q_{A\max}/q_{Ap} + 1 = 497/160 + 1 = 4.1 (\text{台})$$

取 5 台真空泵。

3) 真空罐选型计算

真空罐所需的最少空气体积:

$$V_A = 0.25 \times q_{Ap} \times 1/2 \times (P_{\max} + P_{\min}) / [(P_{\max} - P_{\min}) \times (n_A - 1) \times f]$$

$$=0.25 \times 160 \times 1/2 \times (45+35)/[(45-35) \times 4 \times 12]$$

$$=3.3(\text{m}^3)$$

注:设每小时真空泵启动 12 次。

真空罐所需最小储污水体积:

$$V_w = 0.25 \times q_{w,p} / f = 0.25 \times 5.32 \times 3600 / 12 / 1000$$

$$=0.4(\text{m}^3)$$

注:设每小时污水泵启动 12 次。

$$V = V_A + V_w = 3.3 + 0.4 = 3.7(\text{m}^3)$$

$$V = 3.7 > 3 \times 0.4 = 1.2(\text{m}^3)$$

选择一个真空罐,罐体体积为 5m^3 。

4) 污水泵选型计算

$$\text{生活排水量 } q_w = 5.32\text{L/s} = 19.15\text{m}^3/\text{h}$$

$$q_w / (n_w - 1) = 19.15 / (2 - 1) = 19.15(\text{m}^3/\text{h})$$

$$q_{wp} = 25\text{m}^3/\text{h} \geq 19.15\text{m}^3/\text{h}$$

排水泵、管路水头损失、几何高差之和为 20m,克服负压造成的阻力 $6.5\text{m}(100-35=65\text{kPa})$,流出水头为 3m。

$$H = 20 + 6.5 + 3 = 29.5(\text{m})$$

参考水泵选型样本,选用 2 台排水泵(一用一备),流量为 $25\text{m}^3/\text{h}$,扬程为 32m,每台泵的电机功率为 4kW,NPSH 为 2.5m。

4.3 除臭生物滤池设计

本节规定了除臭生物滤池的设计原则。真空排水系统用于污水排水,其真空泵排气有异味,所以真空泵排气经过除臭生物滤池再排出,可有效降低排出气体的异味。

4.3.4 滤料层的粗树皮和不易腐烂的树叶和植物,推荐采用松树皮、棕榈等。

5 施 工

5.1 施 工 准 备

5.1.1 本条规定了施工前准备工作内容要求。施工安装前,在施工图纸及有关技术文件齐全,并且进行图纸技术交底的前提下,施工单位编制施工组织方案,以确保安装施工的顺利进行。

5.1.2 本条规定了设备施工前准备工作内容要求。污水泵、真空泵、真空罐、真空阀、排出管、真空管道等设施及其附属管道在安装前,应清除其内部污垢和杂物。管道系统安装过程中的管道开口处应及时封闭,并做好现场保护工作,如有损坏,应及时更换。其目的是使管道、设备等内部清洁、无杂物,有利于系统的调试。

5.2 污水泵、真空泵安装

本节规定了真空泵站内污水泵、真空泵等设备安装注意事项。污水泵、真空泵等设备就位固定安装前,应复核设备基础定位尺寸、泵房外墙预留洞口径、标高是否符合施工图设计要求。若有与设计图不符之处,及时与设计师联系,由设计师制定解决方案。

污水泵、真空泵安装完毕后应进行成品保护,是为了避免损害污水泵、真空泵。

5.3 真空罐安装

本节规定了真空罐安装注意事项。施工承包方应按下列规定进行施工:

根据施工图中真空罐设备基础尺寸、标高、定位尺寸施工,以确保其接口与管道的连接;真空罐各接口予以封堵,保证罐内的清洁。

压力传感器、液位控制器等控制器关系到真空排水系统的正常运行,应有安全防护措施。

5.3.3 真空罐安装完毕后应进行成品保护,是为了避免损害真空罐的要求。如:室外真空罐覆土前应遮盖防雨布等进行保护。

5.4 真空排水管道安装

本节规定了真空管道安装注意事项。真空排水系统不同于室外重力排水系统,未经设计师同意的任意修改和改变,直接会影响到系统的正常运行。真空排水系统采用聚乙烯、硬聚氯乙烯塑料给水管道,管槽开挖、管道基础以及回填要求,应按聚乙烯、硬聚氯乙烯给水管道的施工方法和要求进行施工。

5.5 收集箱安装

5.5.2 为避免地面雨水进入收集箱,故要求井壁上口沿高出地面不小于 200mm。

箱体周围砌井圈主要是保护收集箱不被损坏。

收集箱内要安装真空阀、控制器、感应管等,应确保箱体内清洁、干燥、无垃圾,避免阀体被水淹没损害真空阀。

5.5.5 由于真空阀是真空排水系统的重要设施,故真空阀安装完毕后需要严格保护。

5.6 除臭生物滤池安装

5.6.2 生物滤池内滤料的均匀铺设关系到使用效果,具体铺设要求可按滤料供应商的要求确定。

5.6.5~5.6.7 对防止排气管通气孔被堵做了规定,以免影响系统的正常运行。

6 调试及验收

6.1 一般规定

6.1.2 本条规定了测试注意事项。整体系统验收应有施工方、现场工程师、监理单位、投资方、管理单位到场,并记录验收结果,以签字备案。验收记录表格可按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定执行。

6.1.3 单机测试由系统承包商指导,施工单位操作进行测试。

单机测试所进行的项目主要是:各个设备应当能够从 MCC 柜接受电源,弱电设备和仪表应当能从 PLC 柜接受电源。真空阀的开关动作正确,真空泵的转向正确,污水泵的转向正确,各个仪表能够正常显示。

清水测试由系统承包商指导,施工单位操作进行测试。所进行的项目是:真空阀门能够正常开启,真空管路内的清水可以被正常输送,真空泵可以正常工作,污水泵可以在规定液位下正常工作。各个设备的保护及时、有效,设备和仪表之间的联动关系正确。

负荷测试由系统承包商指导,用户单位操作,施工单位配合进行测试。测试的项目是:将整套系统投入自动状态,测试设备的运行状况,将整套系统投入自动状态,测试功能的实现情况。

6.2 压力测试

6.2.1 真空排水系统的测试应先划分成若干个区域进行测试,及时发现问题,使总体调试顺利进行。

6.2.6 整个真空排水系统测试前,打开所有的检修阀门后,才可进行系统测试。

6.3 防堵塞测试

6.3.2 将防堵塞测试物品在水中浸泡 3min 以上,使测试条件与实际使用情况更接近。防堵塞测试物品的规定参考了欧洲标准《室外真空排水系统》EN 1091 的规定。

7 维 护 保 养

7.0.1 真空排水系统应定期维护,以使传输装置和真空泵站保持良好的工作状态,并记录运行数据,使得有据可查,发现问题及时维护。当采用监控系统,各个收集箱和真空泵站的运行和故障信号全部上传至中控室,操作人员可直接记录其报警次数,从而减少巡检次数,但不应小于1次/月;当各个收集箱运行和故障信号全部上传至真空泵站,但不上传中控室,操作人员应定期巡检真空泵站,检查各个收集箱的状态,检查次数按本条规定。

7.0.2 真空系统的维护保养说明为管理操作人员提供依据,指导管理操作人员的工作,确保系统的正常运行。