

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2025.24.011

大型多能互补分布式能源站给排水及消防设计

郭 枫¹, 王贤秋², 邓 苗², 邱 亭²

(1. 中国五冶集团有限公司, 四川 成都 610023; 2. 中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010)

摘 要: 中法武汉生态示范城启动区分布式能源站供能面积103.27 hm²,设计供冷能力29.75 MW,设计供热能力29.60 MW。能源站循环冷却水总用水量358~4 346 m³/h,水质水量差异显著,采用干管制间冷开式系统,通过智慧控制系统确定采暖季和制冷季的不同策略,实现节能低碳、高效节水运行。能源站硬化屋面面积大、土壤渗透性低,海绵城市建设以滞、净、排设施为主,辅以渗、蓄设施,可实现年径流总量控制率77.1%、污染物削减率55.1%。针对能源站各区域的火灾危险性特点,综合运用室内外消火栓、七氟丙烷气体灭火和建筑灭火器等,确保消防设施全覆盖,有效保障能源站的防火安全。

关键词: 分布式能源站; 多能互补; 循环冷却水系统; 消防设计; BIM正向设计; 海绵城市

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2025)24-0077-08

Water Supply, Drainage and Fire Protection Design for a Large-scale Multi-energy Complementary Distributed Energy Station

GUO Feng¹, WANG Xian-qiu², DENG Miao², QIU Ting²

(1. China MCC5 Group Co. Ltd., Chengdu 610023, China; 2. Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430010, China)

Abstract: The distributed energy station in the start-up area of the Sino-French Wuhan Ecological Demonstration City supplies an area of 103.27 hm², with a designed cooling capacity of 29.75 MW and a designed heating capacity of 29.60 MW. The total circulating cooling water demand ranges from 358 m³/h to 4 346 m³/h, showing significant variations in water quality and quantity. An open indirect circulating cooling water system using main pipe was adopted, and different strategies for heating and cooling seasons were determined through an intelligent control system, achieving energy-efficient, low-carbon, and efficient water-saving operation. The energy station featured large areas of hardened roofs and low soil permeability. For sponge city construction, retention, purification, and drainage facilities were prioritized, supplemented by infiltration and storage facilities. This enabled an annual total runoff control rate of 77.1% and a pollutant reduction rate of 55.1%. Based on the fire risk characteristics of different areas in the energy station, a comprehensive fire protection system was implemented, including indoor and outdoor hydrants, heptafluoropropane gas fire extinguishing systems, and portable fire extinguishers, ensuring full coverage of fire protection facilities and effectively safeguarding the energy station against fire hazards.

通信作者: 邱亭 E-mail: 181800052@qq.com

Key words: distributed energy station; multi-energy complementary; circulating cooling water system; fire protection design; BIM forward design; sponge city

“双碳”目标的提出,为我国能源生产结构和消费结构转型指明了方向,“积极推进能源清洁高效利用,加快建设新型能源体系,提升可再生能源占比”已成为推动发展方式绿色转型、打造新质生产力的重要抓手。多能互补分布式能源站通过空气能、太阳能、地热能、污水热能等可再生能源和天然气等清洁能源的高效利用,以冷热电联供方式满足区域的多级用能需求,是实现我国低碳能源发展的重要措施之一^[1]。多能互补分布式能源站具有工艺系统复杂、工艺设备用水水质水量差异显著、能源介质危险性高等特点,对配套的循环冷却水系统、厂区给排水和消防系统提出了更高的要求。结合武汉市首座大型多能互补分布式能源站——中法武汉生态示范城启动区能源站工程设计案例,系统性地对多能互补分布式能源站的循环冷却水系统、厂区给排水和消防系统以及海绵城市等方面设计内容进行介绍,可供类似项目参考。

1 项目概况

1.1 供能范围及规模

中法武汉生态示范城是中法两国元首共同推动的为应对全球气候变化、保护生物多样性而合作建设的一座可持续发展之城,旨在运用低碳生态和产城融合发展理念,建造城市可持续发展典范;可再生能源的综合高效利用是示范城发展理念落实的重要抓手。该示范城启动区能源站位于武汉市蔡甸区中法生态城,供能范围见图1。

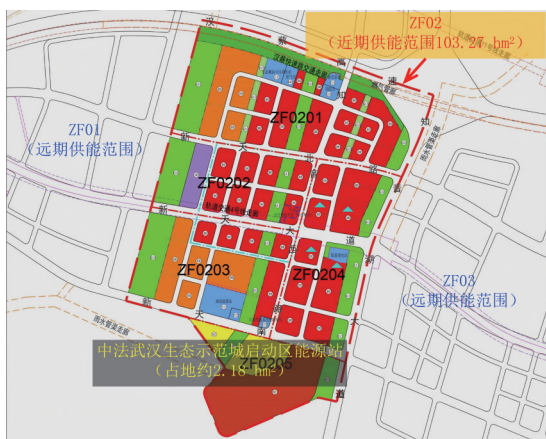


图1 供能范围示意

Fig.1 Schematic diagram of the energy supply area

该能源站的供冷供热范围为启动区及周边区域(ZF01、ZF02、ZF03单元),根据周围地块开发进度,能源站分近、远期建设,近期实际供能面积为103.27 hm²,远期预测供能面积为263.04 hm²。此次设计范围为近期工程,设计供冷能力29.75 MW,设计供热能力29.60 MW。

1.2 热力设备配置

结合片区实际开发情况,经技术经济分析后,确定可供能源站利用的能源为天然气、空气能、太阳能、电能和污水废热,近期考虑采用天然气、空气能、太阳能和电能,远期结合片区污水管网建设增加污水废热的利用。

供能系统流程如图2所示。

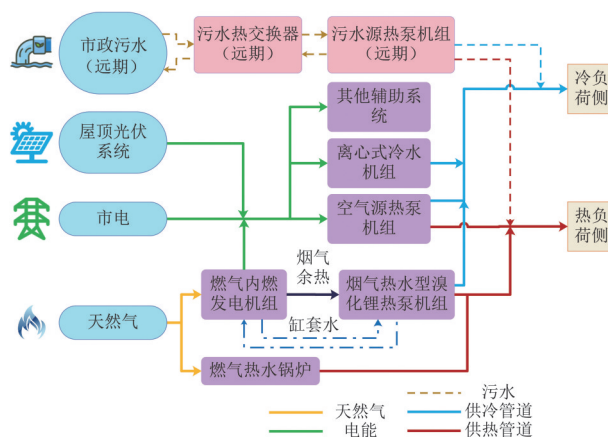


图2 供能系统流程

Fig.2 Flow chart of the energy supply system

此次能源站近期热力设备配置方案为2套1560千瓦级燃气内燃发电机组,2套1617千瓦级烟气热水型溴化锂热泵机组,4套3516 kW离心式冷水机组、2台7 MW燃气热水锅炉、8台1583千瓦级空气源热泵机组以及150 kW屋顶光伏系统。

1.3 平面布置及竖向设计

能源站总用地面积21855.30 m²,四周均为未开发土地,南侧为新天南路,西侧为抚琴路,进出交通较为便利。能源站按照功能分为主设备区、空气源热泵区和污水源热泵区,场内利用6 m宽的环形道路连通。

能源站平面布置如图3所示。

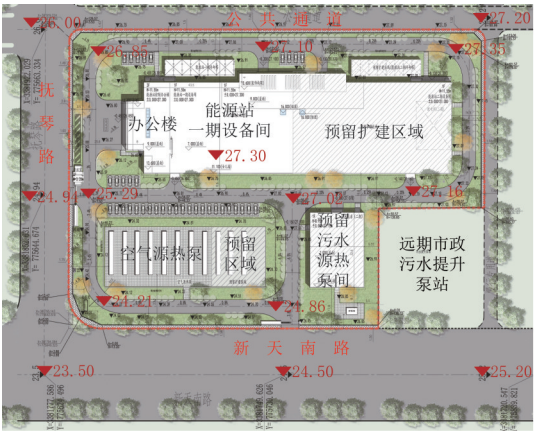


图3 分布式能源站平面布置

Fig.3 Layout plan of the distributed energy station

主设备区位于能源站北侧,近期建设西侧办公楼和一期设备间主厂房,一期冷却塔位于主厂房北侧。空气源热泵区位于能源站西南侧,二期预留污水源热泵区位于能源站东南侧,紧邻二期市政污水提升泵站。

能源站竖向设计结合厂区实际地形、市政道路控制标高、土石方平衡和排水通畅性等因素综合确定,采用平坡式,东北向西南放坡,厂区道路高程控制在 24.21~27.20 m 之间。

2 循环冷却水系统设计

2.1 设计参数

武汉属亚热带季风性湿润气候区,具有雨量充沛、日照充足、四季分明、夏季高温、降水集中和冬季稍凉湿润等特点,此次基础设计参数如下。

① 冬季:空调室外计算温度 $-2.6\text{ }^{\circ}\text{C}$;空气调节室外计算相对湿度 77%;采暖室外计算温度 $-0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$;室外平均风速 1.8 m/s ;通风室外计算温度 $3.7\text{ }^{\circ}\text{C}$;大气压 102.35 kPa ;风向 NNE(19%)。

② 夏季:空调室外计算干球温度 $35.2\text{ }^{\circ}\text{C}$;空调室外计算湿球温度 $28.4\text{ }^{\circ}\text{C}$;空气调节室外计算相对湿度 67%;通风室外计算温度 $32\text{ }^{\circ}\text{C}$;室外平均风速 2.0 m/s ;大气压 100.21 kPa ;风向为 C(12%)、NNE(9%)。

2.2 循环冷却水用水量

该项目循环冷却水用户均为热力工艺设备,制冷季总用水量为 $4\,346\text{ m}^3/\text{h}$,采暖季总用水量为 $358\text{ m}^3/\text{h}$ 。由此可知,制冷季和采暖季的循环冷却水用水量差异较大,给水泵和冷却塔的合理选型带来了挑战。

循环冷却水用水量如表 1 所示。

表 1 循环冷却水用水量

Tab.1 Demand of the circulating cooling water

项目		用户数量/户	制冷季单台水量/ $(\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1})$	制冷季总用水量/ $(\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1})$	采暖季单台水量/ $(\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1})$	采暖季总用水量/ $(\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1})$	设备阻力损失/m
离心式冷水机组		4	716	2 864	0	0	8.6
烟气热水型溴化锂热泵机组		2	562	1 124	0	0	12.0
燃气内燃发电机组	缸套水	2	151	302	151	302	10.0
	中冷水	2	28	56	28	56	10.0
合计				4 346		358	

2.3 系统总体设计及运行策略

2.3.1 系统总体设计

大型循环冷却水系统一般采用干管制循环冷却水系统或单元制循环冷却水系统^[2]。考虑到该项目循环冷却水用户较多,设备阻力损失差异不大,经综合比选后采用干管制间冷开式循环冷却水系统。

工艺流程如图 4 所示。

循环冷却水经水泵提升后通过自清洗过滤器去除悬浮物等杂质,而后经循环冷却水供水主管输送至主设备间,利用并联支管接至各用水设备。为保障各用水设备对循环冷却水水质、水量的不同需

求,在各用水设备进水前分别设置电动调节阀、管道精密过滤器以及电磁流量计,根据工艺散热需求量反馈自动控制循环冷却水供水量。热交换后的循环冷却水通过回水主管输送至冷却塔进行冷却后循环使用,冷却塔开启台数以及变频控制均由循环冷却水回水流量、水文和气象环境参数反馈自动控制,在满足冷却量的前提下最大程度地节省运行能耗。

为确保循环冷却水系统水质稳定,采取“自清洗过滤器+管道精密过滤器+外加药剂(杀菌灭藻剂和缓释阻垢剂)+定时排污及补水”的综合水质稳定措施。

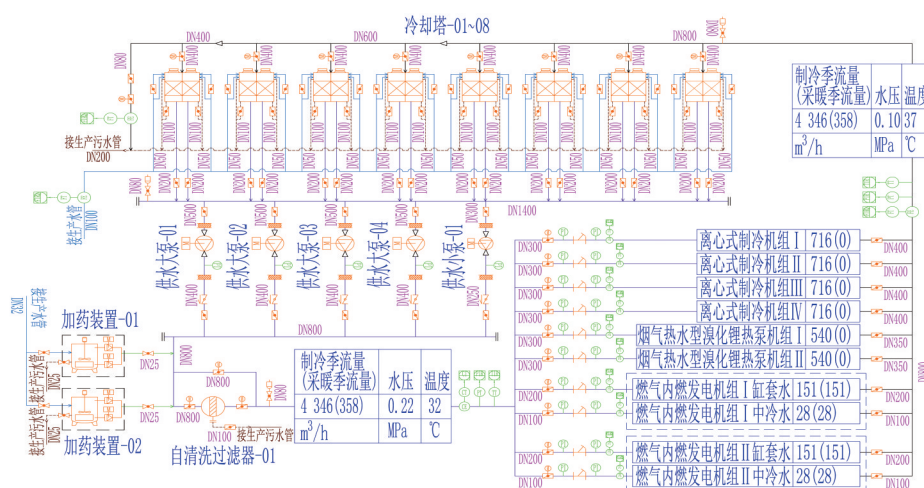


图4 循环冷却水系统工艺流程

Fig.4 Process flow of the circulating cooling water system

在循环冷却水管网设计时,分别对制冷季和采暖季不同用水量工况下进行水力计算以确定主管和各支管管径,在保证各用水设备支管同程水头损失的前提下,尽量减小支管管径,节省主设备间管道安装空间。

2.3.2 运行策略

针对制冷季和采暖季循环冷却水用水量差异大的问题,需采取不同的运行策略。

制冷季循环冷却水用水量大,且环境温度高,冷却水蒸发散热潜能较低。因此考虑保障工艺安全、稳定,选择“4台循环水泵(大)并联供水+冷却塔风机全开”的运行策略,并通过循环冷却水智慧控制系统根据环境温度和循环冷却水供水温度差值等参数对循环水泵和冷却塔进行变频控制,在满足系统冷却量需求的前提下尽量节约运行能耗。

采暖季循环冷却水用水量小,且环境温度低,冷却水蒸发散热潜能较高。因此考虑节能和运行便利,选择“1台循环水泵(小)供水+1台冷却塔风机变频运行”的运行策略,其余冷却塔关闭风机进行自然散热,以最大限度节约运行能耗。

2.4 主要设备选型

① 循环冷却水供水泵

共配置5台循环冷却水供水泵(4大1小),制冷季采用4台循环水泵(大)并联供水,单台设计流量1 087 m³/h,扬程283 kPa,电机功率110 kW;采暖季采用1台循环水泵(小)供水,单台设计流量358 m³/h,扬程272 kPa,电机功率37 kW。由于工艺运行工况变化较大,供水泵均采用变频调速,以满足循环冷

却水流量、扬程的变化。

② 冷却塔

能源站周围主要为商业、住宅地块,对环境噪声要求较高,因此考虑设置8台超低静音横流式机械通风冷却塔,单台设计流量550 m³/h,进、出水设计温度分别为37、32℃,变频电机功率18.5 kW。

冷却塔进、出风口采用消音百叶,以避免冷却塔运行噪声对周围地块的影响。消音百叶采用“穿孔镀锌板+V型消音器”,V型消音器填充吸音岩棉,厚50 mm,密度80 kg/m³。

③ 水质稳定设备

循环冷却水系统运行中污染物主要为悬浮物、生物黏泥等^[3],设置2套一体化加药装置向循环冷却水投加药剂以保持水质稳定,同时设置自清洗过滤器去除水中大颗粒悬浮物。一体化加药装置单套由溶液罐、计量泵、电动搅拌器等组成;溶液罐有效容积1 000 L;计量泵2台,单台流量50 L/h,扬程400 kPa,分别投加杀菌灭藻剂和缓释阻垢剂。自清洗过滤器采用机电一体式产品,设计流量4 400 m³/h,设计进、出水悬浮物浓度分别为20、5 mg/L。

2.5 水量平衡计算

① 制冷季

制冷季循环冷却水总用水量4 346 m³/h,设计温差5℃,蒸发水量 $Q_e=32.60$ m³/h;冷却塔飘滴损失不超过设计流量的0.1%,风吹损失水量 $Q_w=4.36$ m³/h;设计浓缩倍数取3.0,补充水量 $Q_m=48.89$ m³/h;设计排污水量 $Q_b=11.93$ m³/h;制冷季循环冷却水重复利用率为98.88%。

② 采暖季

采暖季循环冷却水总用水量 $358 \text{ m}^3/\text{h}$, 设计温差 5°C , 蒸发水量 $Q_e=1.97 \text{ m}^3/\text{h}$; 冷却塔飘滴损失不超过设计流量的 0.1% , 风吹损失水量 $Q_w=0.36 \text{ m}^3/\text{h}$; 设计浓缩倍数取 3.0 , 补充水量 $Q_m=2.95 \text{ m}^3/\text{h}$; 设计排污水量 $Q_b=0.63 \text{ m}^3/\text{h}$; 采暖季循环冷却水重复利用率为 99.18% 。

2.6 BIM 正向设计

该项目为大型复杂工业类项目, 主设备间内基本为非标设备, 对安装空间和精度要求高; 且工艺介质管线繁多, 支吊架预留预埋极易遗漏。因此, 需利用 BIM 正向设计手段对工艺管线进行统筹布置和合理规划, 避免管线干涉、管线设备冲突等问题, 提高施工及运维便利性。

该项目 BIM 正向设计软件选用 PDMS, 通过其强大的数据库管理系统和建模功能, 实现多专业协同设计、实时三维碰撞检查、支吊架布置优化、ISO 轴测图生成、材料表精确统计等功能。同步交付数字孪生能源站, 不仅能提高设计可视性, 最大限度地避免综合管线的错漏碰缺, 为施工创造有利条件, 而且为后期运维提供数据底座, 便于智慧管控系统的二次开发。主设备间管线 BIM 见图 5。

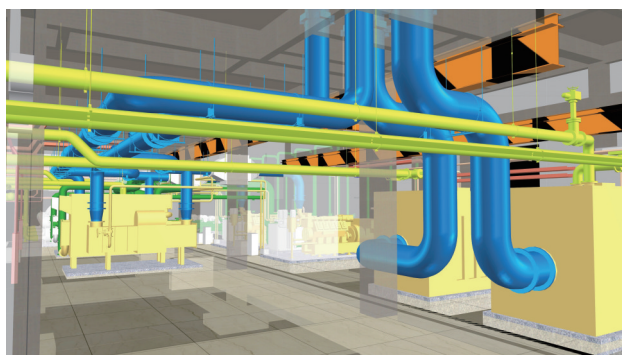


图 5 主设备间管线 BIM 示意

Fig.5 BIM schematic of pipelines in main equipment room

3 室外给排水及海绵城市设计

3.1 室外给排水设计

① 室外给水系统

该项目采用生活生产给水合用系统, 给水主要用作循环冷却水系统补水、化学水补给系统补水、生活用水和消防用水等, 近期最大小时用水量 $127.30 \text{ m}^3/\text{h}$, 远期最大小时用水量 $234.82 \text{ m}^3/\text{h}$; 分别从新天南路综合管廊和抚琴路各引入 1 路 DN200 市政给水管至能源站内, 形成生活生产给水环网,

市政给水交接点处供水水压不小于 0.30 MPa , 供水量满足生活、生产及消防使用需求。

考虑到近、远期室外给水用水量的衔接, 厂区室外给水管网按照远期用水量进行水力计算和管径选择, 给水环网近期一次建成, 在远期厂外预留给水接口。

室外给水管材采用钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管, 电熔连接。为防止水质污染, 在对消防水池等补水时设置不小于 150 mm 的空气间隙; 生活生产给水接入冷却塔补水等工艺用水时采用枝状管网, 且在起端设置倒流防止器。

② 室外排水系统

该项目采用雨污分流排水体制。能源站生产废水主要为循环冷却水强制排污水、燃气锅炉排污水等, 考虑到废水除含盐量和浊度稍高外, 无其他污染物, 因此采用混合收集排放的方式, 生活污水、生产废水经站内污水管网收集后排放至新天南路市政污水管道。站内污水管网管径 DN300, 选用高密度聚乙烯(HDPE)双壁缠绕管。能源站雨水管网系统结合海绵城市设计统筹考虑。

3.2 海绵城市设计

随着海绵城市建设理念的普及, 将该理念在建设项目规划设计中有机结合逐渐成为一种趋势和必然选择^[4]。能源站为区域内重要市政基础设施, 其雨水系统设计主要包括源头减排和雨水管渠等工程措施。源头减排运用海绵城市建设理念, 通过雨水就近入渗、调蓄或收集利用, 以降低雨水径流总量和峰值流量, 控制径流污染。雨水管渠系统用于确保设计重现期下超过海绵城市设施控制能力雨水的收集、转输和排放。该项目能源站具有不透水硬屋面面积大、场地土壤渗透性差等特点, 且能源站夏季对循环冷却水系统补水需求较大, 是雨水回用的潜在用户。因此, 应充分考虑上述特点, 进行有针对性的海绵城市设计。

① 海绵城市设计目标

根据《武汉市海绵城市规划技术导则》, 该项目海绵城市建设控制性指标目标值如下: 年径流总量控制率 $\geq 75.0\%$, 对应的设计降雨量 29.2 mm ; 峰值径流系数 ≤ 0.65 ; 硬化地面中可透水地面面积占比 $\geq 40\%$; 污染物削减率 $\geq 50.0\%$ (以 TSS 计)。

② 本底条件及总体思路

该项目场地在开发前主要为民房、鱼塘、硬化

地坪和天然绿地,占比分别为13.71%、24.89%、19.40%和42.00%。经计算,开发前综合雨量径流系数为0.604,年径流总量控制率为39.6%。

该项目场地表层土层主要为素填土和粉质黏土,土壤渗透系数为 $(1.5\sim 3.5)\times 10^{-7}$ m/s,属弱透水性,地下水位埋深0.5~1.8 m。该项目海绵城市建设本底条件呈现地下水位较高和土壤渗透性较低的特点,因此在海绵城市设施选择时,以滞、净、排类型为主,适当设置渗、蓄类型设施。

综上,该项目海绵城市设计总体思路如下:a. 遵循以雨水控制为主、景观设计为辅的总体思想,预留远期雨水回收利用设施用地;b. 站内道路结合

景观设计,设置下沉式绿地;c. 硬化屋面雨水近期采用断接措施就近排入下沉式绿地,远期对较洁净的屋面雨水进行处理后作为循环冷却水系统补水水源;d. 停车位、巡检通道等采用透水铺装;e. 非重载车辆通行区域采用透水沥青路面。

③ 下垫面分析

根据道路、围墙和建(构)筑物分布情况,该项目划分为1个汇水分区,面积21 074.20 m²,下垫面类型主要包括硬屋面、沥青路面、非植草类透水铺装和无地下建筑绿地。

下垫面面积统计见表2。可知,综合雨量径流系数为0.518。下垫面分布见图6。

表2 下垫面面积统计

Tab.2 Statistics of underlying surface area

下垫面类别		硬化面积/m ²	非硬化面积/m ²	雨量径流系数	综合雨量径流系数
屋面(W)	硬屋面	7 683.35	0	0.80	0.518
路面(L)	沥青路面	3 741.44	0	0.80	
铺装(P)	非植草类透水铺装(透水砖)	0	2 393.31	0.30	
	非植草类透水铺装(透水沥青路面)	0	773.60	0.35	
绿地(G)	无地下建筑绿地	0	6 482.50	0.12	
合计		21 074.20			

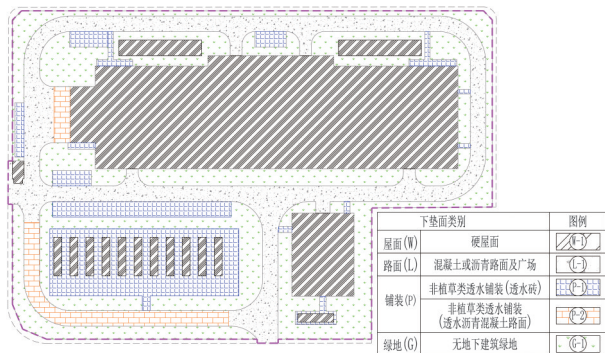


图6 下垫面分布

Fig.6 Distribution of underlying surface

④ 设施规模计算

该项目雨水径流流程见图7。硬屋面雨水近期直接断接至下沉式绿地,路面雨水经开孔路缘石就近排入下沉式绿地,经下沉式绿地进行渗、滞、蓄,超量雨水通过溢流雨水口排入站内雨水管网系统;远期结合雨水回收利用设施建设,将硬屋面雨水作为循环冷却水系统补水水源,雨水处理采用“微絮凝+砂过滤+消毒”一体化处理设施。站内雨水管网系统设计重现期取3 a,管径范围dn400~500 mm,管材选用HDPE双壁缠绕管。

该项目需设置不少于318.76 m³的调蓄容积,海绵城市设施主要包括2 393.31 m²透水砖、773.60 m²透水沥青路面和2 880 m²下沉式绿地,下沉高度100~200 mm,平均蓄水深度120 mm,实际调蓄容积345.60 m³,可满足海绵城市设计需求。

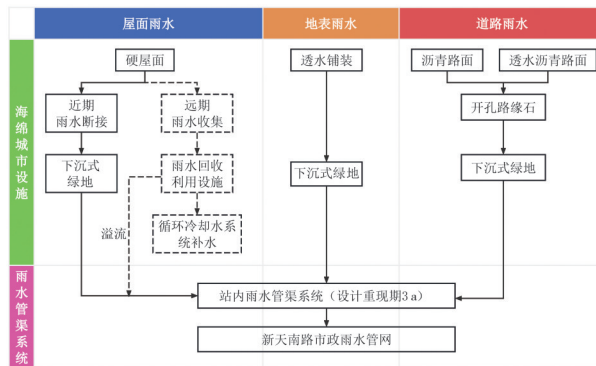


图7 雨水径流流程

Fig.7 Flow chart of rainwater runoff

⑤ 海绵城市建设效果评价

该项目海绵城市建设指标评价见表3。可知,该项目年径流总量控制率77.1%,峰值径流系数0.630,硬化地面中可透水地面面积占比45.8%,污染物削减率55.1%,均满足海绵城市建设控制性指

标目标值,且均优于开发前场地本底值。因此,该项目海绵城市措施选择合理,可有效实现源头减排设计目标。

表3 海绵城市建设指标评价
Tab.3 Assessment of sponge city construction indexes

评价指标		本底值	目标值	完成值
控制性	年径流总量控制率/%	39.6	≥75.0	77.1
	峰值径流系数	0.645	≤0.650	0.630
	硬化地面中可透水地面面积占比/%	0	≥40.0	45.8
	污染物削减率/%	0	≥50.0	55.1
引导性	下沉式绿地率/%	0	≥25.0	44.4

4 消防系统设计

4.1 能源站火灾特性

能源站火灾危险源主要为天然气、电气设备等^[5],燃气内燃发电机工作介质为天然气,天然气为无色气体,不溶于水,为易燃物质,具有爆炸浓度下限低、爆炸浓度极限宽、自燃发火性、受热膨胀性和流动扩散性等特点;电气设备用房具有火灾蔓延速度快、火灾后果严重、发生火灾对区域供能具有较大影响等特点。因此,需分析不同区域火灾危险性 & 火灾类型,针对性地进行消防系统设计。

4.2 消防设施设计

该项目主设备间为多层丁类厂房,占地面积 3 602. 37 m²,建筑体积 28 606. 31 m³,根据《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014,2018 年版),需设置室外消火栓系统、室内消火栓系统和建筑灭火器系统。此外,考虑到能源站为区域重要市政基础设施,因此在特殊重要设备用房设置气体灭火系统。

① 室外消火栓系统

该项目室外消火栓设计流量为 15 L/s,由站内 DN200 生活生产给水环网供水,沿能源站主设备间四周设置 SS100/65-1. 0 型室外地上式消火栓,保护半径按不超过 150 m 控制。

② 室内消火栓系统

能源站主设备间室内消火栓设计流量 10 L/s,火灾延续时间设为 2 h,一次灭火用水量为 72 m³。考虑到节省占地和后期智慧化运维需求,室内消火栓系统采用装配式箱泵一体化智慧型消防给水泵站,配套设置高位消防水池及稳压泵组。

装配式箱泵一体化智慧型消防给水泵站由 1 座有效容积 72 m³的装配式不锈钢消防水箱和 2 台室内消火栓供水泵(1 用 1 备,单台设计流量 10 L/s,扬程 500 kPa,电机功率 15 kW)组成,配套集成双电源柜、控制柜、水流开关等全套附属设施。

高位消防水池设置于屋顶,有效容积 18 m³。消防稳压泵组由 2 台消防稳压泵(1 用 1 备,单台设计流量 1 L/s,扬程 200 kPa,电机功率 0. 37 kW)和 1 台气压罐(有效容积 800 L)组成。

③ 七氟丙烷气体灭火系统

七氟丙烷气体灭火系统由于其高效、环保、安全的灭火特性,越来越广泛地被运用在变配电室等场所^[6]。考虑到该项目对保障区域供冷供热具有突出作用,在重要设备用房中设置七氟丙烷气体灭火系统。设置区域为变压器室、高压配电间、电容器室、低压配电室和不间断电源(UPS)室,采用预制七氟丙烷全淹没系统进行保护。该系统设计温度 20 ℃,系统充装压力 2. 5 MPa(表压),同一防护区内灭火装置必须同时启动,动作响应时间不大于 2 s。七氟丙烷气体灭火系统配置见表 4。

表4 七氟丙烷气体灭火系统配置

Tab.4 Configuration of heptafluoropropane gas fire extinguishing system

项目	体积/m ³	设计灭火浓度/%	设计喷放时间/s	灭火浸渍时间/min	设计灭火用量/kg	储瓶数量/个	储瓶规格/L	单瓶充装量/kg	实际灭火用量/kg
变压器室	410.67	9	10	10	305	4	90	80	320
高压配电室	576.00	9	10	10	428	4	120	110	440
电容器室	172.80	9	10	10	129	2	70	68	136
低压配电室	756.00	9	10	10	577	4	150	148	592
UPS 室	119.70	9	10	10	89	2	70	48	96

④ 建筑灭火器系统

能源站主设备间按中危险级要求配置灭火器,共设置 26 具 MF/ABC5 型手提式磷酸铵盐干粉灭

火器。

5 结论

① 多能互补分布式能源站是实现“双碳”目

标的重要抓手,以中法武汉生态示范城启动区能源站为例,详细分析了大型多能互补分布式能源站的给排水及消防设计难点,对循环冷却水系统、室外给排水系统、海绵城市系统和消防系统提出了不同的设计策略。

② 在科学分析循环冷却水用水量需求的前提下,通过运行策略优化设计,可实现制冷季、采暖季循环冷却水系统的稳定、高效、节能运行,保障区域供能安全。

③ 能源站作为区域内的重要市政基础设施,采用海绵城市建设理念,通过雨水断接、透水铺装和下沉式绿地等措施,引导雨水入渗、滞留、调蓄和净化,可达到年径流总量控制率77.1%、污染物削减率55.1%,实现雨水径流总量的有效控制和污染物的源头减排;远期结合雨水回收利用设施建设,硬屋面雨水可作为循环冷却水系统补水水源,实现雨水的高价值利用。

④ 在分析能源站各区域火灾危险性特点的基础上,综合运用室内外消火栓系统、七氟丙烷气体灭火系统和建筑灭火器等消防设施,实现了消防设施全覆盖,有效保障了能源站的防火安全。

参考文献:

- [1] 石海洋,别舒,倪龙,等. 燃气分布式能源各阶段技术发展分析[J]. 煤气与热力, 2023, 43(12): 37-42.
SHI Haiyang, BIE Shu, NI Long, *et al.* Analysis of technological development in various stages of gas distributed energy[J]. Gas & Heat, 2023, 43(12): 37-42 (in Chinese).
- [2] 郭春燕. 数据中心循环冷却水系统布置方式的设计比较[J]. 净水技术, 2018, 37(s1): 201-204.
GUO Chunyan. Design comparison of cooling water circulation system in data center[J]. Water Purification Technology, 2018, 37(s1): 201-204 (in Chinese).
- [3] 陈传敏,王宇,刘松涛,等. 生物酶对电厂循环冷却水生物黏泥的处理效果[J]. 中国给水排水, 2021, 37(7): 101-106.
CHEN Chuanmin, WANG Yu, LIU Songtao, *et al.* Treatment performance of biological enzymes on biological slime in circulating cooling water of power plants[J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(7): 101-106 (in Chinese).
- [4] 冯萃敏,魏瞳,李芬芬,等. 海绵城市建设技术标准化现状及发展方向[J]. 中国给水排水, 2023, 39(8): 45-52.
FENG Cuimin, WEI Tong, LI Fenfen, *et al.* Status analysis and developing trends of the technology standardization for sponge city construction[J]. China Water & Wastewater, 2023, 39(8): 45-52 (in Chinese).
- [5] 姜文士. 天然气分布式能源站预先危险性分析[J]. 上海煤气, 2023(3): 25-27.
JIANG Wenshi. Preliminary hazard analysis of natural gas distributed energy station[J]. Shanghai Gas, 2023(3): 25-27 (in Chinese).
- [6] 刘利,于小强,丁锋,等. 全地下污水处理厂的消防设计优化[J]. 中国给水排水, 2024, 40(8): 66-69.
LIU Li, YU Xiaoqiang, DING Feng, *et al.* Fire protection design optimization of underground sewage treatment plant[J]. China Water & Wastewater, 2024, 40(8): 66-69 (in Chinese).

作者简介:郭枫(1991-),男,四川成都人,硕士,工程师,注册公用设备工程师(给水排水),注册环保工程师,主要从事市政给排水工程规划、设计和技术管理工作。

E-mail:593086305@qq.com

收稿日期:2024-11-23

修回日期:2025-01-15

(编辑:沈靖怡)