

## “花园式”城市型燃机电厂生态化设计研究

吕小兰, 廖思雄, 李育军

引用本文:

吕小兰, 廖思雄, 李育军. "花园式"城市型燃机电厂生态化设计研究[J]. 南方能源建设, 2021, 8(3): 89-94.

L ü Xiaolan, LIAO Sixiong, LI Yujun. Research on Ecological Design of the Urban Gas Turbine Power Plant with the Garden Style[J]. Southern Energy Construction, 2021, 8(3): 89-94.

---

### 相似文章推荐 (请使用火狐或IE浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

#### 城市型燃机电厂景观设计浅析

Elementary Analysis of Landscape Design for Urban Gas Turbine Power Plant

南方能源建设. 2016, 3(4): 82-87 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.04.017>

#### 基于某燃机电厂的岩溶土洞不同处理方案对比研究

Research on Different Treatments of Karstic Earth Cave Based on a Gas Turbine Power Plant

南方能源建设. 2017, 4(z1): 125-128 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.S1.024>

#### F级改进型燃机电厂压缩空气系统设计优化

Design Optimization of the Compressed Air System in F Advanced Class Combined Cycle Power Plant

南方能源建设. 2015, 2(z1): 15-18,14 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.S1.004>

#### 生物质直燃发电厂锅炉炉型选择探讨

Biomass Power Plant Boiler Type Selection of Direct Combustion

南方能源建设. 2015, 2(2): 70-75 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.02.013>

#### 分布式能源站去工业化设计浅析 ——以江门分布式能源站为例

Analysis on the De-industrialization Design of Distributed Energy Stations ——Take Jiangmen Distributed Energy Stations for an Example

南方能源建设. 2018, 5(z1): 37-41 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.S1.007>

# “花园式”城市型燃机电厂生态化设计研究

吕小兰<sup>✉</sup>, 廖思雄, 李育军

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州510663)

**摘要:** [目的] 随着清洁电力工业的发展, 燃机电厂建设成为城市区域规划的重要内容。作为一个庞大的工业建筑群体, 如何塑造其形象, 使其作为一个大型景观群体出现, 以生态、和谐、自然、环保的积极作用为周围环境增彩成为现今燃机电厂设计的新方向和必然趋势。[方法] 在燃机电厂设计之初确定全厂建筑、环境进行景观化和生态化设计的目标, 对各建筑进行整体性的景观化设计, 并融入生态化设计理念。[结果] 以华能东莞燃机电厂为依托工程, 对全厂布局优化考虑、景观化优化设计理念进行分析, 打造出一个建筑新颖、景色美观、环境清新、生态良好的现代化“花园式”电厂。[结论] 所提实施路径可供后续同类电厂设计参考。

**关键词:** 城市型燃机电厂; 布局优化; 景观设计; 生态化设计; 花园式电厂

中图分类号: TM611; TU271.1

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2021)03-0089-06

开放科学(资源服务)二维码:



## Research on Ecological Design of the Urban Gas Turbine Power Plant with the Garden Style

LÜ Xiaolan<sup>✉</sup>, LIAO Sixiong, LI Yujun

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute, Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** [Introduction] With the development of the clean electric power industry, the construction of gas turbine power plants has become an important part of regional planning of urban areas. As a huge industrial building complex, how to shape its image, make it a large landscape complex, and enhance the surroundings with the positive effects of ecology, harmony, nature and environmental protection has become a new direction and inevitable trend in the design of gas turbine power plants today. [Method] At the beginning of the design, the goal of landscape and ecological design was determined for the whole complex and environment of the plant, the overall landscape design of each building was carried out, and the concept of ecological design was integrated. [Result] Based on the project of Huaneng Gas Turbine Power Plant in Dongguan, the consideration of layout optimization and the design concept of landscape optimization of the whole plant are analyzed to create a modernized garden-style power plant with novel architecture, beautified scenery, fresh environment and fine ecology. [Conclusion] The proposed implementation path can be a reference for the design of similar power plants in the future.

**Key words:** urban gas turbine power plant; layout optimization; landscape design; ecological design; power plant with the garden style

2095-8676 © 2021 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

燃气蒸汽联合循环发电技术作为安全高效清洁的能源利用方式, 越来越受到国内外电力行业及政府的重视和发展<sup>[1-4]</sup>。当前国内正在大力优化能源

供给结构, 在经济发达的地区大力发展大容量高效的重型燃机联合循环技术<sup>[5-7]</sup>, 以改善城市空气质量, 位于城市规划中的电厂如何能够融入城市环境变得至关重要。

电厂总体建筑布置在满足工艺流程的前提下, 应尊重城市的机理, 研究城市的机理演变规律, 减

收稿日期: 2021-03-11 修回日期: 2021-05-26

基金项目: 中国能建广东院科技项目“燃机电厂建筑环境与景观、噪声治理研究”(EV04081W)

少盲目的人工改造环境,减低园林景观的养护管理成本;同时要根据电厂厂区所在区域的自然环境特点,营建园林景观类型<sup>[8-10]</sup>,避免对原有环境的彻底破坏;要尊重场地中的其他生物的需求;要保护和利用好自然资源,减少能源消耗等。燃机电厂根据工艺要求不同,附属建筑在电厂所占的比例也相当大,大小不一、高低不同的建筑物有数十幢,加上各种外露设备及贮罐等,对电厂整体外观的影响不可忽略,如何与周边环境相协调,同时降低该部分的项目投资,需要深度优化设计。

本文以华能东莞燃机电厂为依托工程,对全厂布局优化考虑、景观化优化设计理念进行分析,以供后续同类电厂设计参考。

## 1 电厂周边环境概况

华能东莞燃机电厂位于广东省东莞市谢岗镇银山科技园内,该项目规划作为银山科技园、粤海产业园以及谢岗镇周边的基础配套设施,促使工业园区和周边的发展,银山科技园位于谢岗镇银山市级湿地公园腹地,将开发成为生态环境优美、基础设施完善、高端产业聚集的综合园区,银山科技园与粤海产业园错位互补,注重引进重大项目和龙头企业,形成具有特色效应的产业集群和产业基地,打造先进的制造业和现代服务业;华能东莞燃机电厂位于银山科技园内东北部,距离东莞市中心城区50 km。项目的西侧为谢岗镇银山市级湿地公园,该银山市级湿地公园用地约105万m<sup>2</sup>,其中水体面积73.2万m<sup>2</sup>,陆地面积31.9万m<sup>2</sup>,湿地率达69.66%,是2019年市十项民生工程之一,是谢岗镇践行“绿水青山就是金山银山”的发展理念,实施乡村振兴战略的重点建设项目,也是落实海绵城市建设理念的重大生态建设项目之一。项目以“生态修复、水质净化、海绵城市、小鸟天堂”为建设目标,建成为恢复自然生态、湿地保育涵养、科普教育基地和市民休闲旅游的市级湿地公园。

电厂的设计要与银山市级湿地公园景观规划协调统一,符合城市规划发展的理念,电厂的城市化设计变得尤为重要,在保证企业经济优势的同时,通过设计理念和优化,以最小的投资成本与周边环境相协调,取得最好的景观效果为本文的重点。

## 2 电厂布局优化分析

### 2.1 电厂布局分析

电厂设计需从外到内分析全厂布局,从电厂所处位置和周边环境以及从城市规划的宏观角度出发,设计出能代表区域城市形象的电厂,为城市规划提供一个合理、布局完善、环境优美、与四周环境相协调的新型电厂,方能符合当地城市规划的需求;电厂布局以多层次、高素质的环境空间,包装恰当面积的建筑单体,创建富有园林景观色彩和环保型的可持续发展的示范型电厂;同时在电厂布局时需留意各种建筑空间的有机组合、过渡,做到空间的开放性,同时避免建筑物的相互遮挡,满足各建筑对日照、间距、自然采光和自然通风的要求,营造整体绿化空间,争取做到处处有景,户户有良好的朝向,使办公、生产更加人性化和个性化。

电厂的设计也需要注重地方特色和文化特色,使电厂的设计和布局具有鲜明的时代感,在平面布置上力求规整合理,使其符合时代特色。

确定布局原则如下:

1) 电厂布局应以工艺为主,工艺流程短捷,规划布局合理,整体结构清晰,减少工艺管道流程交叉为前提。

2) 电厂布局应以工业生产为主,不脱离工业生产建筑的基本立场,以此基础将电厂建设成特色鲜明,具有现代化特色的电厂。

3) 电厂布局应充分挖掘用地特征,形成贯通南北的中央景观轴线,使厂区道路形成规整的环道式交通,穿越电厂整个生产线,将整个用地有机分割成各个组团,组团之间通过道路及景观环境贯通,使整个电厂布局连贯。

4) 采用“分”,将各工艺相关联的系统整合分区布置,使整体布局规整有序。

5) 采用“简”,尽量将工业生产传统凌乱复杂的视觉感官布局设计化繁为简,以“简”为美。

6) 采用“藏”,将各工业建筑中较为影响景观的设备和罐体隐藏至单体建筑中,提升电厂的景观效果。

7) 采用“透”,尽量将电厂建筑沿主轴线由低往高布置,使整体布局错落有致,使视觉空间更为流畅。

8) 采用“绿”,通过适当的植被点缀,可促进



周边的自然生态和对四周景观产生积极影响力,厂区建立人工植被生态系统,构筑区域绿地与银山市级湿地公园相呼应。

通过上述布局原则,结合电厂本身特点和影响因素,对电厂进行设计优化,影响总平面格局的因素主要包括天然气来源、地基条件、出线方向以及人流方向,几大因素决定了电厂的整体布局。

考虑到电厂天然气来源从西北侧至厂区,出线向西北方向,南侧的工业大道为园区的主要道路,结合厂址条件将主厂房布置在厂址西南位置,主厂房的正立面朝西,面向湿地公园,厂区可借景湿地公园,景观优越,同时GIS楼朝西布置在主厂房西侧,出线便捷,而主厂房的侧面紧邻南侧主要的工业大道,可以使进厂道路短捷方便;天然气调压站布置在项目用地围墙范围内的东北角,远离人员活动密集区,且位于厂区边缘,便于独立管理,不影响后期扩建。

结合主厂房位置、朝向及调压站位置,再通过工艺布置优化和对比,通过清晰划分各功能分区,各相同功能模块组团布置,形成各工艺小区,合理规划空间;通过建构筑物的合理组合,贯彻“以人为本”的理念,营造出错落有致的空间环境;通过合理的区分与交通规划,将动静、清污和人车分流,减少相互的不利干扰。

## 2.2 电厂布局优化

无论是民用建筑设计还是工业建筑设计,“人性化设计”都是设计理念之源,而“个性化设计”则彰显建筑的风格和个性,彰显企业的整体形象和展现企业精神及发展理念。电厂作为工业建筑,如何扭转大众对工业建筑的常规认识和观念,需从设计理念入手。将“人性化设计”和“个性化设计”运用至工业设计之中,通过各建筑的结合和外立面的设计,力求整体风格和现代建筑设计相协调,使整个电厂的布局和设计给人一种清新、简洁又不失大气的视觉冲击效果。将现代建筑设计的特性融入到工业设计当中,彰显企业气质,展现出企业富有深刻内涵的视觉空间及企业独特的个性与特点,将工业复苏这一时代特性渗透于整个电厂,既凸显阳刚企业的特质,又蕴涵企业新兴而极具冲击力的蓬勃发展之势。

最终确立的华能东莞燃机电厂电厂布局如下:

1) 如图1所示,用“分”将电厂建筑根据工艺流程和性质,分区联合布置,厂区布局通过道路“分”,采用三横三纵的整体骨架布局,布局规整简洁,再通过大量的设计优化,采用了大量的联合建筑,精简建筑数量,全厂生产性建筑仅8栋,办公性建筑仅2栋,建筑的整合,方便统一的进行建筑单体的设计,美化厂区环境。



图1 全厂布局设计优化

Fig. 1 Site layout design optimization of the whole plant

2) 如图2所示,用“简”为全厂设置水务中心,将电厂各种水处理系统进行有机的整合,缩短工艺流程,节约用地、节约造价,同时又有利于集中管理,整个水务中心只设置一栋联合建筑,建筑面向厂前建筑区的方向,通过建筑立面设计,实现了厂前建筑区景观向辅助生产区的延续、过渡,提升全厂景观效果。

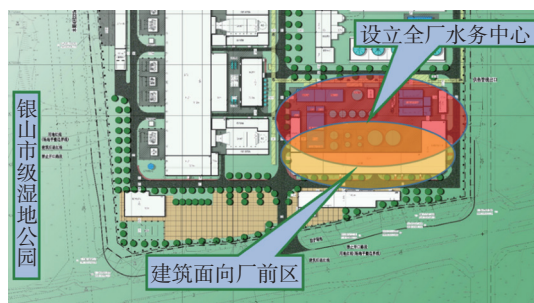


图2 全厂水务中心

Fig. 2 The whole plant water center

3) 如图3所示,用“藏”将水务中心的设备和储罐“藏”于建筑物后,通过建筑遮挡隐藏设备和储罐,提升全厂景观效果。燃机进气口降噪墙借用主厂房基础,将进气口“藏”于主厂房内,与主厂房联合布置,再通过建筑外立面设计,使主厂房整体立面美观大气。

4) 如图4所示,用“透”将厂区最高的建筑

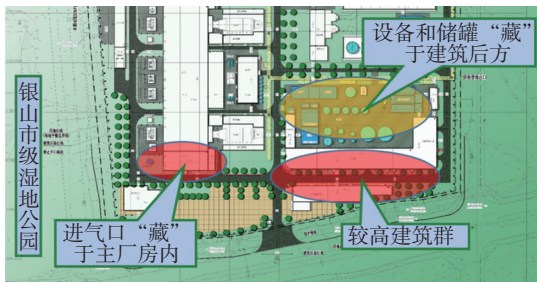


图3 电厂主入口立面设计优化

Fig. 3 Power plant main entrance facade design optimization

主厂房和余热锅炉设置在入厂后方，前方设置较为低矮的建筑群组，减少对厂区主要建筑物的遮挡，使入厂的空间视觉错落有致。

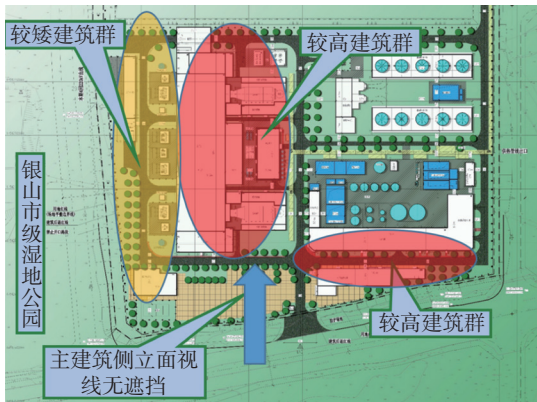


图4 突出工业主建筑立面

Fig. 4 Highlight the facade of the main industrial building

5) 如图5所示，用“绿”将主厂房南侧立面对绿化广场，主厂房侧立面直对厂区大门，彰显企业气质，以“绿”点缀入厂视觉，提升全厂景观效果；建立厂区人工植被生态系统，地面的雨水通过植被、沙土的综合作用使雨水得到净化，并使之逐渐渗入土壤中涵养地下水，与银山市级湿地公园生态相呼应。

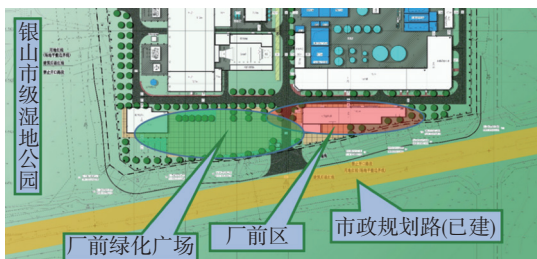


图5 电厂绿化广场

Fig. 5 Green square of power plant

通过大量布局优化，本期厂区用地仅为  $9.99 \text{ hm}^2$ ，比《电力工程项目建设用地指标》规定

的  $11.78 \text{ hm}^2$  节约了  $1.79 \text{ hm}^2$ ，节地效果显著，且电厂简洁大方的景观非常和谐地融入周边环境之中并成为区域地标，详见图6电厂俯瞰照片。



图6 电厂鸟瞰图

Fig. 6 Aerial view of the power plant

### 3 全厂建筑景观设计

全厂建筑景观设计以中国建筑大师、中国工程院院士何镜堂所提出“两观三性”辩证设计观作为主体指导思想<sup>[11]</sup>，该理念完整地阐述出景观化设计的要求。所谓“两观”，指整体观、可持续发展观，即建筑是一个统一整体，既满足现在的要求，又能够适应将来的发展；“三性”指地域性、文化性、时代性，建筑必须和当地的环境、气候和当地的文化相融，必须反映这个时代的物质条件、精神和审美观，还有跟这个时代材料、技术相适应。

电厂工业建筑群不只含有建筑，还有大量工业设施和建构物，如管道、烟囱、冷却塔等，因而需要更高层次的修饰手法把建筑与建构物融合，从整体上考虑地域、文化和时代美感。地域性方面，设计师主要考虑当地自然环境、人文要素、周边建筑风格、园林植被等特点，并综合运用到建筑景观上，这是景观化设计最有效的手段。电厂建筑设施需要改变其刻板单一与“污染”关联的“厂房”形象，需要承担传递可持续的生活方式和正向价值观的多样需求<sup>[12]</sup>。建筑景观的文化属性脱离了企业文化的影响，工业建筑形象和企业名称、标志、装饰、产品等一样是企业外部形象的载体，体现着企业文化，外化的建筑设计是企业文化中重要的一个方面，通过整体设计理念的打造，我们希望建筑能够展现企业精神与价值观，因此企业文化的表达顺利成为建筑创作的重要源泉之一。

本项目总平面规划充分考虑周边城市景观界面的需求，采用三横三纵的整体骨架系统布局，全厂



景观设计则采用“一横两纵”景观轴线重点打造,协调项目各功能区,对主厂房区、厂前建筑区、水务中心区、冷却塔区等区域采用联合建筑、全包裹设计和花园式园林设计,点线面立体结合,空间开阖有度,建筑物外立面采用大型公共建筑设计手法,打造成现代简约、时尚大气的公共建筑群形象。无论是白天还是黑夜,都是粤港澳大湾区的一颗璀璨的清洁能源明珠,图7为城市十字路口的电厂夜景照片。



图7 城市十字路口的电厂夜景照片

Fig. 7 Night view of the power plant at an urban crossroad

厂前建筑区及厂区主入口设在用地南面,用地分为东西两部分,用地东面为办公、食堂及宿舍综合楼,采用“显”的手段加大建筑体量,与旁边一路之隔的水务中心联合建筑呼应,体量上均衡;用地西面为活动中心与绿化广场,采用“隐”的设计手法将建筑的体量尽量减小,并将建筑物部分下沉以便降低建筑高度,且远离主入口布置,避免对主厂房造成视线遮挡,旨在突出主厂房的建筑形象,给主厂房在主入口方向形成直接的观赏角度和良好的观赏距离,让主厂房成为全厂景观的绝对主角。全厂通过多项措施,在有限的用地面积下打造出一个较大的入口绿化广场,显得空间开阖有度,特色鲜明,成为整个厂区的“客厅”,见图8电厂的花园客厅。在电厂本期用地仅 $9.99\text{ hm}^2$ 的情况下,仍然能够开发出如此大面积的集中绿化广场,打破了拥堵的空间体验感。

主厂房、余热锅炉及烟囱等体量巨大的建筑物,使用了劲平板、穿孔铝板,降噪板,竖向通长窗等材料全包裹,外立面结合降噪处理,将降噪设计和景观设计完美结合,去工业化手段彻底把主厂房、余热锅炉及烟囱包装成一个大型城市公共建筑,给城市天际线和景观面貌带来积极的影响,在基于考虑工业建筑的逻辑性和力量感的同时,获得



图8 电厂的花园客厅

Fig. 8 The garden parlor of the power plant

了公众建筑的亲和力 and 高品质观感。水务中心联合了锅炉补给水车间、净水站、废水站以及材料库检修车间等功能,呈U字型布置,将罐体、水池等工业元素围合在内院,建筑立面呼应主厂房的竖向立面韵律,采用铝板等建筑材料和厂前区建筑形成协调一体的民用建筑艺术风格,实现了厂前建筑区景观向辅助生产区的延续、过渡,提升了全厂景观效果。冷却塔区的两排机械通风冷却塔体量巨大,实体外墙采用智能涂料,通过分隔缝的独特设计使其外观效果远观类似于铝板幕墙的效果,和办公综合楼以及水务中心外观风格协调,共同营造出大型公共建筑群形象。

全厂建筑色彩以白色为主基调,中性灰系列作为对比色,整体清新淡雅,配合厂区层次丰富的绿化配置及景观节点小品等,弱工业化电厂的氛围,创造出良好的城市景观效果。

全厂建筑物以厂区周边城市界面为重要展示立面,通过整体设计,结合华能企业文化理念,以低调、宁静、素雅、简洁和协调的形象融入到城市环境,与周边现有工业园区的建筑风格协调,用得体的建筑语言展现了工业建筑本身的特点,赋予了建筑抽象之美,在“工业化”和“公共化”之间取得平衡<sup>[12]</sup>,在未来本园区城市化进程完成后,其建筑形象将彻底融入周边城市空间景观。

#### 4 结论

随着城市化发展进程,电厂的城市化设计尤为重要,在工业园区和城市规划的电厂设计中,对景观、噪音和环保等方面都有更高的要求,且该类型电厂的用地控制性规划无论是电厂的绿化率和容积

率要求都比常规电厂更高,为了符合园区和城市的发展规划,“花园式”电厂设计势在必行,如何通过设计优化、节省投资、空间景观打造,成为了设计的重点,以最小的投资获得最好的效果,使电厂融入到城市规划之中,华能东莞燃机电厂不仅在内在的工业文化上,同时也在外部的整体形象上探索实践了上述的种种可能性。

#### 参考文献:

- [1] 赵春,王培红. 燃气蒸汽联合循环热经济学分析评价指标研究[J]. 中国电机工程学报,2013,33(23):44-50.  
ZHAO C, WANG P H. Investigation on the evaluation indices for thermoeconomic analysis of combined cycle power plants [J]. Proceedings of the CSEE, 2013, 33(23): 44-50.
- [2] 杨承,刘焕新,王平,等. 燃气-蒸汽联合循环抽凝式热电联供机组调峰经济性分析[J]. 中国电机工程学报,2020,40(2):592-601.  
YANG C, LIU H X, WANG P, et al. Economic analysis on peak-regulation of GTCC cogeneration unit with extraction heating [J]. Proceedings of the CSEE, 2020, 40(2): 592-601.
- [3] 戈志华,马立群,何洁,等. 燃气-蒸汽联合循环热电联产机组多种运行方式负荷特性研究[J]. 中国电机工程学报,2020,40(8):2587-2597.  
GE Z H, MA L Q, HE J, et al. Study on load characteristics of multiple operation modes of gas-steam combined cycle cogeneration unit [J]. Proceedings of the CSEE, 2020, 40(8): 2587-2597.
- [4] 张赢,林燕,梁展鹏,等. 大型燃气-蒸汽联合循环单轴机组主厂房布置设计[J]. 南方能源建设,2020,7(增刊2):82-88.  
ZHANG Y, LIN Y, LIANG Z P, et al. Main power house arrangement design of single-shaft combined-cycle power plant [J]. Southern Energy Construction, 2020, 7(Supp. 2): 82-88.
- [5] 宋寅. 大型发电企业燃机技术发展路径研究[J]. 应用能源技术,2018(7):26-31.  
SONG Y. Research on the gas turbine technology path for large power generation enterprises [J]. Applied Energy Technology, 2018(7): 26-31.
- [6] 黄超群,王波,张士杰,等. F/G/H级重型燃气轮机联合循环底循环热力性能简明估算模型[J]. 中国电机工程学报,2019,39(21):6320-6328.  
HUANG C Q, WANG B, ZHANG S J, et al. Concise estimation model of thermodynamic performance for bottom cycle of F/G/H-class heavy duty gas turbine combined cycle [J]. Proceedings of the CSEE, 2019, 39(21): 6320-6328.
- [7] 佟纯涛,刘立立. 联合循环电厂控制系统一体化应用[J]. 国网技术学院学报,2019,22(5):47-49.  
TONG C T, LIU L L. Integrated application of control system in combined-cycle power plant [J]. Journal of State Grid Technology College, 2019, 22(5): 47-49.
- [8] 陈昀昀. 城市电厂景观设计分析及构想[J]. 武汉大学学报(工学版),2013,46(增刊1):41-44.  
CHUEN Y Y. Analysis island ideas of landscape design for urban power plants [J]. Engineering Journal of Wuhan University, 2013, 46(Supp. 1): 41-44.
- [9] 郭敏锋. 城市型燃机电厂景观设计浅析[J]. 南方能源建设,2016,3(4):82-87.  
GUO M F. Elementary analysis of landscape design for urban gas turbine power plant [J]. Southern Energy Construction, 2016, 3(4): 82-87.
- [10] 方子宁. 城市燃机电厂建筑设计探讨[J]. 住宅与房地产,2015(28):162.  
FANG Z N. Discussion on architectural design of urban gas turbine power plant [J]. Housing and Real Estate, 2015(28): 162.
- [11] 何镜堂. 基于“两观三性”的建筑创作理论与实践[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2012,40(10):12-19.  
HE J T. Theory and practice of architectural creation based on “two views and three natures” [J]. Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition), 2012, 40(10): 12-19.
- [12] 汪恒,时红,曾宁燕. 企业文化的贴切表达——百度大厦的创作之源[J]. 建筑学报,2010(8):96-97.  
WANG H, SHI H, ZENG N Y. Appropriate expression of corporate culture—source of creation for the Baidu office building [J]. Architecture journal, 2010(8): 96-97.

#### 作者简介:



吕小兰

#### 廖思雄

1979-, 男, 广东广州人, 工程师, 学士, 主要从事发电厂总图运输专业设计工作 (e-mail) liaosixiong@gedi.com.cn。

#### 李育军

1977-, 男, 湖南衡阳人, 高级工程师, 学士, 一级注册建筑师, 主要从事发电厂建筑专业设计和科室管理工作 (email) liyujun@gedi.com.cn。

#### 吕小兰 (通信作者)

1975-, 女, 山西天镇人, 高级设计总工程师, 正高级工程师, 浙江大学硕士, 主要从事发电厂设计研究和设计管理工作 (e-mail) lvxiaolan@gedi.com.cn。

(责任编辑 李辉)