DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.11.016

绿色铸造工厂工程设计研究

李怀明,李晓宾,姜宗营,郝　礼
(机械工业第六设计研究院有限公司,河南 郑州 450007)

摘　要:以全方位绿色铸造内涵解读为切入点,通过对绿色铸造内容的分析,从工程设计角度重点论述绿色铸造工厂设计的框架和内容,并结合绿色铸造工厂实施的具体措施进行应用举例,旨在为同行业绿色铸造工厂的设计及建设提供参考和借鉴。

关键词:碳达峰;碳中和;绿色铸造工厂设计;绿色示范园区;绿色供应链

中图分类号: TG2; TB476　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)11-0993-04

Research on Engineering Design of Green Foundry

LI Huaiming, LI Xiaobin, JIANG Zongying, HAO Li
(SIPPR Engineering Group Co., Ltd., Zhengzhou 450007, China)

Abstract: To the full range of green casting connotation interpretation as the breakthrough point, through the analysis of the green casting content, from the point of engineering design, the framework and content of green casting factory design were discussed, and the concrete measures of green casting factory are applied for example, aiming to provide reference for the design and construction of green casting factory in the same industry.

Key words: carbon peak; carbon neutralization; green foundry design; green demonstration park; green supply chain

铸造产业是国民经济重要的基础产业,产品种类多、应用领域广、产业关联度高,在经济发展中发挥着重要的作用。同时铸造也是机械工业中污染相对严重、能耗相对较高的行业,因此,绿色发展一直是行业所追求的目标。目前,在碳达峰与碳中和的大背景下,全球兴起低碳经济发展和"脱碳"大潮,以减少碳足迹、降低碳排放为中心的转型升级变革,已成为铸造行业绿色发展的大势所向。

随着行业对绿色铸造的认识不断提高,理论体系的不断完善,绿色铸造的内涵也在不断丰富,从最初的节能环保即为绿色铸造,发展为涵盖绿色铸件产品、绿色制造工艺和绿色工业建筑全方位的绿色铸造。

1　绿色铸造工厂的内涵

绿色铸件产品是指在铸件的整个生命周期内,对资源利用率高、能源消耗低、污染物排放少,废物最大限度被再利用;如关键基础零部件,能源类铸件,重型、矿山、冶金机械、石化、航空、航天和军工铸件等。广义上讲应是中高端产品,如国家政策支持、鼓励,附加值高的铸造产品。

绿色制造工艺是根据生产铸件的材质、品种、批量合理选择低污染、低排放、低能耗、经济高效的铸造工艺,适量选用先进生产设备,低废产生的辅助材料。

绿色工业建筑是在建筑的全寿命周期内,能够最大限度地节约资源(节地、节能、节水、节材)、减少污染、保护环境[1],提供适用、健康、安全、高效适用空间的工业建筑。既要具有友好的工作环境(声、光、热、辐射、粉尘、气味等等),又要使为之投入的建构筑物、设备等具有低耗的特性。作为直接服务于生产的工业建筑,其能耗占行业总能耗的35%~50%[2],因此发展绿色工业建筑是开展工业领域节能减排、落实大气污染防治的重要措施之一[3],将绿色工业建筑理念引入到铸造工厂设计中,是建设绿色铸造工厂的有力支持,也将是必不可少的一部分。

绿色产品和绿色制造工艺是绿色铸造的根本,绿色工业建筑则是为生产和工人提供服务,三者相辅相成,共同组成绿色铸造工厂。

2　绿色铸造工厂设计内容

绿色铸造工厂设计,基于可持续发展理念,在绿色工业建筑的理论和基本框架下,广泛采用节能、节地、节水、节材和保护环境措施,为生产提供低能

收稿日期:2021-09-17

作者简介:李怀明(1979—),河南南阳人,学士,高级工程师.主要从事铸造工厂(园区)规划、咨询、工程设计方面的工作.电话:13838502108,
Email:lylhming@foxmail.com

耗、环境友好的工作环境。绿色铸造工厂实施建议如下。

2.1 节地设计

厂区从总图布置上充分考虑工艺流程，尽量设计成联合工房以节约土地，协作关系较紧密的厂房之间以运输短捷顺畅为前提，合理组织厂区内人流、物流交通。

合理利用地形标高，减少土石方，使填方与挖方量相对平衡。

在满足消防、运输、辅助设施布置及绿化等方面需求和规划控制条件要求的前提下尽可能的提高建构筑物面积、容积率等。

近期建设与远期发展结合，并根据实际变化定期或适时调整[4]。

2.2 节能与能源利用

产品单位产量或单位建筑面积综合建筑能耗比达到本行业国内先进水平或本行业国内领先水平。

各公用设备的效率、热效率、能效比、负荷性能系数达到国家或本行业节能标准、规范的规定值。各公用设备系统的负荷计算和设备设置，符合国家或本行业的节能标准、规范的要求。

建筑物内的照明功率密度值不高于国家或本行业节能标准、规范的规定值。工业企业发电、输变电及供配电系统符合国家电能质量的相关规范要求。变电所位置合理，设备选择经济适用。

工业企业的总体布局、建筑物的体形系数、建筑围护结构的热工参数等符合国家或本行业的标准、规范的要求，且围护结构的内部和表面无结露、发霉等现象。

根据室内外气象条件，空调制冷系统合理利用冷却塔提供空气调节冷水，合理采用全新风或可调新风比系统。建筑物采用顶部或侧面自然采光措施；建筑物照明使用了高效、节能的电器设备。

对空调、水泵、风机等动力设备设置有效的节能自动控制系统。

合理采用自然通风系统。

各公用设备的效率、热效率、能效比、综合部分负荷性能系数高于国家或本行业节能标准、规范的规定值一个及以上等级。

对有废热产生的工艺设备设置热回收系统。

具体措施见下述。

2.2.1 合理选择设备及合理工艺布局

选用高效设备，如节能型中频炉，节能灯具(LED灯)、洁具等；退火炉等高能耗设备选用保温效果好的设备，室体侧壁温度不超过环境温度25 ℃。合理设计车间工艺布局和物流，减少往复，使物流路线最短。

2.2.2 高能耗高发热量设备余热利用

铸造余热较高的比如电炉烟气、热处理炉烟气等，可通过热交换预热车间补进新风，减少冬天车间热损失，也可用于涂料烘干等生产环节；大量使用压缩空气的工厂，空压机的余热(60%左右的电能转化为了热能)可充分用于工人洗浴和办公楼热水供应，同时也可作为冬季空调采暖的水源热泵的辅助热源，也可将空压站的冷却热风作为冬季车间辅助采暖，回收利用能源。

2.2.3 降低建筑能耗

车间合理设置天窗，增强自然通风作用。建筑物采用顶部或侧面自然采光措施，合理设置窗地比；车间照明选用具有较高反射比反射罩的高效率灯具，优先选用开启式直接照明灯具。厂区道路照明采用微机控制，灯具可人工点亮和受时间和光线强弱自动点亮，或采用风光互补路灯。园区服务中心和商贸区的地下车库可采用光导管照明等等。

2.2.4 其他措施

对空调、水泵、风机等动力设备设置有效的节能自动控制系统。合理选定供电半径，尽量优化配电干线路由，将变压器(变电所)设置在车间负荷中心；合理设置无功功率补偿：设计采用低压动态谐波滤波器，根据负荷谐波的大小利用可控硅自动投切，可有效的实现动态谐波抑制和无功补偿。各种能源介质计量作到三级计量，加强考核，节约能源；不同车间、不同工段分开计量；动力用电、照明用电、空调用电均分开计量，达到节约能源的目的。

2.3 节水与水资源利用

水的重复利用率达到国内同行业清洁生产标准的先进水平或领先水平。

建设项目设置以一水多用为目的的安全可靠的处理、利用系统。景观、绿化、洗车、冲厕等非生产性和非饮用用水采用非传统水源。

生产设备和卫生器具采用节水型产品。

具体措施叙述如下。

2.3.1 工艺设备和公用设备的冷却水循环使用，循环利用率不小于98%。冷却循环水系统冷却塔实行分风机控制，根据天气情况、湿球温度的变化情况，确定冷却塔风机开机数量，以减少电耗。

2.3.2 车间、办公、餐厅、洗浴等污废水集中收集处理，有条件的可设置中水回收利用系统，中水用于厂区冲厕及绿化用水，实现厂区零排放；设置雨水收集系统，作为景观及绿化用水；采用节水型器具。

2.4 节材与材料资源利用

使用的建筑材料性能参数及有害物质含量等符合国家和行业标准的要求。建筑结构合理采用高性能混凝土、高强度钢，采取提高耐久性的措施。选用工厂化生产的建筑用预制砼构件、预制钢结构件、商品砼、预拌砂浆，生物质材料的种类不少于5项。

主要建筑材料（钢材、水泥、木材、砂石等）在施工现场所在地及周边800 km范围内生产的类别占建筑材料总类别的50%以上。主要建筑结构或围护结构材料所用的原料和骨料使用工业废渣尾矿、建筑垃圾或城市固态垃圾等废弃物。当建筑物废弃后，通过回收可用作再生资源的类别占该建筑所有建筑材料总类别的40%以上。

2.5 环保设计

2.5.1 室外环境与污染物控制

工业建设项目的环境影响评价报告书需要按国家相关要求报批。工业粉尘、烟尘的排放浓度、排放总量及依其排放速率设置的排放设施符合国家和所在地区排放标准的要求，并符合环境影响评价报告的要求。

对生产过程中落砂、旧砂转送、破碎、浇注冷却、再生及混砂时产生生产性粉尘采用局部抽风的的办法，经除尘器处理后达标排放。

打磨、喷漆作业均应在封闭的维护结构内进行，方便做到有害气体的有组织排放；同时采用上送风下抽风、气流压制的送排风或热风循环方式，以及微负压气流组织方式，防止粉尘、有机废气向车间扩散。有机质燃烧废气、制芯废气、喷漆废气等可采用燃烧、湿法及物理过滤等处理方法减少有害气体的排放。砂处理、熔炼、浇注排烟等粉尘和烟尘，使用高效除尘器降低排放浓度，同时厂区采用除尘灰低压押送至集中灰斗，减少厂区粉尘二次污染的点。

生产废水和生活污水中污染物末端处理前后的排放浓度和排放量、最高允许排水量和最高允许排放浓度符合《污水综合排放标准》GB8978、行业及地方污染物排放标准的要求。

建筑玻璃幕墙、灯光设置、外墙涂料等所造成的光污染符合国家和地方标准的要求。

对建筑物内的生产设备、公用设施及施工过程中产生的振动采取减振、隔振措施，室内外的振动强度符合国家和行业标准的要求。

建筑物的室外噪声值符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348、《声环境质量标准》GB 3096、《工业企业噪声控制设计规范》GBJ87及有关行业标准关于室外噪声限值的要求。

2.5.2 室内环境和职业健康

生产厂房的室内有害物质浓度符合《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分 化学有害因素》GBZ 2.1和《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分 物理因素》GBZ 2.2的要求，并满足职业安全卫生评价的要求。

生产辅助建筑的室内空气质量符合《室内空气质量标准》GB/T 18883及有关行业标准的要求。

室内设计新风量符合国家和本行业标准、规范的要求。

按《职业健康监护技术规范》GBZ188等有关标准的要求进行职业健康监护，并有完整的记录档案。

按《建设项目职业病危害预评价技术导则》GBZ/T196的规定，对可能产生职业病危害的建设项目，在实施前进行预评价，在竣工验收前按规定进行职业病危害控制效果的评价。

工业建筑内的噪声值符合《工业企业设计卫生标准》GBZ1、《工业企业噪声控制设计规范》GBJ87、《声环境质量标准》GB3096及相关行业标准中关于室内噪声限值的要求。

对工业建筑内产生的噪音采取减少噪声污染的措施，且室内、外声功率级符合国家和地方标准的要求。

2.6 运行管理

通过《环境管理体系要求及使用指南》GB/T 24001标准的管理体系认证。通过《职业健康安全管理体系 规范》GB/T 28001标准的管理体系认证。

设置与企业规模相适应的节能、安全及环境保护的领导机构及管理部门，职能明确、制度齐全，有年度计划及执行情况的定期检查报告。设置与企业规模相适应的节能、安全及环境保护的专职人员，定期培训，并考核合格。能源管理信息化系统符合生产和工业建筑的特点，能源信息网络系统功能完善。

对建筑物及厂区内的水泵房、污水站、锅炉房、热交换站、空压站、变配电所等设施运行状况设置自动监控系统，运行正常。对建筑物及厂区内的水泵房、污水站、锅炉房、热交换站、空压站、变配电所等各类站房内的公用设备及设施的能耗实行实时计量和记录。

设置环境、能耗监控系统，通过监控软件实现粉尘浓度和能源统计的实施统计、分析、管控。利用车间数据采集平台，将现场各能耗点和环境信息监测点的传感器采集的实时数据送入环境能源监控系统，系统对采集到的数据进行存档记录，与历史数据

形成对比分析，评判当前车间能耗、车间环境是否正常以及下一步趋势；完成能源与生产的协调管理，合理利用资源，节约能源，最大限度的降低生产成本；系统中设定正常指标，环境数据或能源消耗数据出现异常时，进行报警，自动通过邮件、短信等通讯手段，通知相关人员进行原因分析，尤其当环境重要参数出现异常后，系统控制现场设备立即停止工作，最大限度的降低对环境的污染。

生产工艺能源消耗定额完整，工业建筑的能源消耗管理完善，有定期检查或改进的记录。

3 绿色示范园区、绿色供应链

在有条件的铸造产业园或工业园区，绿色制造可以向上向下以产业集聚和产业园的规模优势，通过绿色智能铸造产业园生产配套设施及铸造产业链生产性协作服务，合理聚集生产要素，资源共享，构筑低成本经济运行环境，更好地统一治理生产过程中的废弃物，保护环境，实现高度专业化、规模化绿色铸造产业链生产服务。

比如利用园区优势，引进一到两家环保企业为园区的铸造企业提供有偿的服务，对园区内的除尘设施进行管理，保证园区内各单位除尘器的正常运行，保证达标排放、灰尘的及时清理，控制二次扬尘带来的污染，以便更加有效地治理污染，保护环境；积极推行节能环保整体解决方案，加快发展环境污染第三方治理。

再例如完善铸造原辅材料加工厂或材料供销体系。根据市场或各企业生产需求成立铸造材料公司、铸造材料配送公司承担铸造原辅材料的生产、加工、采购、仓储和服务满足铸造企业生产需求。独立自主经营的企业，从产业集群的发展看还起到拉伸产业链作用。

还可以进行劳务外包，目前专业劳务公司运作模式有两种，一是劳务公司入场进行工作，另一种是专业劳务公司在附近租 / 建厂房、配设备进行生产。园区可通过引入专业化公司实现机械加工、设备维修、铸件后清理等专业化的生产协作。

4 绿色铸造评价

随着绿色铸造内涵的逐渐丰富，绿色铸造企业评价内容在国家、地方、行业、团体等层面也出现了许多评价标准，如《绿色建筑评价标准》《绿色铸造企业评价规则》《铸造行业绿色工厂评价导则》等，通过评价认定、指导为绿色铸造企业的实施明确了路径[5]。

5 结束语

建设绿色铸造工厂是对国家节能降耗、建设环保社会相关政策的响应，部分地区也对绿色工业建筑也给予了相应的鼓励政策。长远来看，推行绿色工业建筑有利于降低能源和原材料的消耗，提高社会效益，是企业一笔巨大的有形和无形资产。

另一方面，绿色铸造的实施和评价也需要相应的投入，也需建设方在实施之前综合权衡投入、产出和综合收益。

参考文献：

[1] 张家平，刘筑雄，宋高举. 推进节能减排创建绿色铸造工厂[J]. 铸造，2009(11)：1146-1149.

[2] 刘统洲，郝礼，郭自强，等. 消失模铸造三星级绿色工厂设计[J]. 铸造，2018(10):894-897.

[3] 孙乐娟. 浅谈绿色工业建筑的发展和设计 [J]. 工程科技，2016(1):199.

[4] GB/T 50878-2013.《绿色工业建筑评价标准》[S].

[5] 秦洪建. 星级绿色铸造工厂设计经验分享[C]//2017 中国铸造活动周论文集. 苏州，中国机械工程学会铸造分会 2017，11:153.

技术资料邮购

《铸造抗磨产品实用生产技术集》

《铸造抗磨产品实用生产技术集》本书由李德臣教授级高工编著。 共8章： 1 关于锰钢生产技术；2 球墨铸铁与蠕墨铸铁生产技术；3 抗磨产品生产技术；4 锤头生产技术；5 消失模、V法生产技术；6 典型铸件的生产技术；7 还原罐生产技术；8 关于企业管理。全书22万字。特快专递邮购价：98元。

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-88491681