

垃圾焚烧发电厂电气节能现状及节能设计

文/王政一 侯婕
中国航空规划设计研究总院有限公司

垃圾焚烧发电是进行资源再利用的重要手段，而电厂运营过程中采取合理的节能措施不但可以增加电厂的经济效益，还可以促进垃圾焚烧发电厂的可持续发展。因此研究了垃圾焚烧发电厂电气节能现状及节能设计，为垃圾焚烧发电厂的电气设计提供了新的思路 and 方向。

随着国家对低碳经济发展的要求提高，对企业的节能要求也越来越高。节能减排不仅直接关系到国家政策，还与企业生产成本和市场竞争能力息息相关。垃圾焚烧发电厂作为国家资源综合利用与减少碳排放的重要手段。其在电气设计中采取节能措施不仅可以降低厂区的能源消耗，还有助于推动国家低碳经济的发展。在国家绿色、低碳、可持续发展的背景下，垃圾焚烧发电厂的电气节能具有重要意义。只有将节能理念贯彻于垃圾焚烧发电厂电气设计施工的整个过程之中，才能有效降低碳排放，助力国家早日实现碳达峰、碳中和。

因此，本文研究垃圾焚烧发电厂电气节能现状及节能设计，从实际出发，发现问题，提出解决方案，为垃圾焚烧发电厂的电气设计提供了新的思路 and 方向。这不仅有助于提升电厂的经济效益，也有利于推动垃圾焚烧发电行业的可持续发展。

垃圾焚烧发电厂电气节能设计的意义

在垃圾焚烧发电厂的电气设计中，通过采用合理的节能措施，不但可以有效减少能源消耗，还可以降低发电厂的运行成本。自2015年以来，我国垃圾焚烧发电厂产业规模稳步增长，如图1所示。随着垃圾焚烧发电厂产业的持续壮大，能源消耗问题

也变得越来越严重。

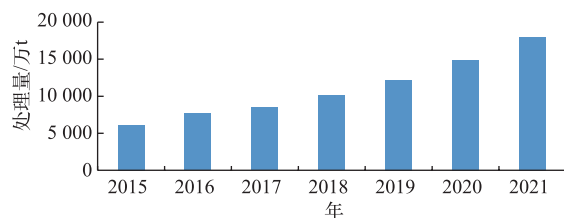


图1 2015—2021年中国生活垃圾焚烧无害化处理量

有效使用节能措施可以降低碳排放，减少能源消耗，提高能源利用效率，增强人们的环保意识，推动垃圾焚烧发电厂产业的健康稳定地发展，从而有效推动整个社会和国家的发展。

垃圾焚烧发电厂电气节能设计原则

1. 确保实用性

在垃圾焚烧发电厂的电气设计中，采用节能措施的首要原则是确保不影响垃圾焚烧发电厂的正常运行功能。因此，在垃圾焚烧发电厂电气设计中，节能措施的首要目标是满足日常使用者的基本用电需求，并确保内部使用者的正常用电不受影响。在能源的合理应用中，需要考虑内部发电和适宜地利用清洁能源。此外，应尽量减少不必要的设备和能耗。在进行设计之前，需要对垃圾焚烧发电厂内部

的结构和功能进行全面的研究，然后选择出需要进行节能优化的区域。针对这些需要优化的区域，进行深入的节能设计探究。最重要的是根据垃圾焚烧发电厂的实际规划具有实用性的功能，制定出最具有实用效果的节能策略。

2. 考虑经济性

在垃圾焚烧发电厂的电气设计中，采取节能措施的重要性不言而喻。然而，不能一味地追求节能而忽视垃圾焚烧发电厂的功能。盲目追求节能减排可能会导致后续使用方面的问题。因此，在垃圾焚烧发电厂的电气节能设计中，必须遵循可行性、安全性和经济性的原则，保证技术经济合理实用。

在进行垃圾焚烧发电厂电气设计之前，需要考虑电气设备的使用与维护，在关注设备结构经济性的同时，还应该注意电气设计的使用质量。尽量降低垃圾焚烧发电厂正常投入使用后对电气系统设备的维保费用，在节能设计过程中应确保设备的可靠性，降低使用损耗和日常故障发生的可能性，以保证垃圾焚烧发电厂在整个寿命周期内具有最低的经济成本。在实际设计中，需加强对设备造价的控制，根据经济性原则使用最优设备，综合考虑前期成本和后期运维成本。

3. 降低能源损耗

要将节能理念融入垃圾焚烧发电厂的电气设计中，首先需要对电气室中能源损耗较大的部分进行排查，并有针对性地进行改造或规划，以提高能源的利用效率，降低能源损耗。这涉及选择低能耗的设备设施，还包括在电路设计中考虑节能因素，以减少能源消耗。

4. 兼顾先进性

在垃圾焚烧发电厂的电气设计中，应紧跟时代发展的要求，在保证设计功能的同时兼顾设计的先进性。然而，在垃圾焚烧发电厂的电气设计中不能盲目追求先进性，而是应以电气节能设计的兼容性与实用性为首要原则。只有这样，才能确保在垃圾焚烧发电厂的电气设计中降低能源消耗，提高资源利用效率。

垃圾焚烧发电厂电气节能设计问题

在我国垃圾焚烧发电厂的电气设计中，与国际先进水平相比，电气节能仍存在较大的差距。随着

社会经济的发展和人民生活水平的提高，国家和人民对于能源的需求也日益增多。垃圾焚烧发电厂作为资源再利用的典型代表，在其设计中需要融入节能低碳的理念。然而，我国垃圾焚烧发电厂节能低碳设计理念的普及和应用相对较晚，并缺乏相应的推广。目前，在国内尚未大规模普及节能环保理念，因此需要加强宣传和推广工作。

同时，在垃圾焚烧发电厂的电气设计中，一些设计师没有进行合理的规划和设计，导致部分设计在运营过程中的实用性大打折扣。部分设计更多地追求功能的多样化，反而增加了能源消耗。同时，片面追求设备的稳定运行也导致功率设计偏大，进一步增加了能源的损耗。垃圾焚烧发电厂设计中未充分考虑因地制宜和合理利用当地自然资源，也没有对光照和自然风进行规划设计，这些设计可以有效降低能源消耗。鉴于目前垃圾焚烧发电厂电气设计中存在节能技术运用不足与不合理的问题，应该选择相应的技术手段，秉承着节能低碳绿色环保的理念，使垃圾焚烧发电厂的电气节能设计在科学、经济、高效的前提下，确保节能和使用性完美结合。

垃圾焚烧发电厂电气设计节能措施

1. 配电系统设计中的节能技术

配电系统的节能设计是电气节能设计的首要环节。其中，变压器和配电线路的布置是关键。由于变压器全天候工作并消耗大量能源，因此在选用变压器时应选择适合功率需求、能源消耗低的型号。变压器的技术参数应考虑工作性质、服务对象和距离远近等因素，以最大程度提高其工作效率，同时确保变电质量不受影响，并保障用电安全。在配电过程中，应合理设计配送距离，并选择结构紧凑、低损耗、高效的配电设备。当需要进行补偿时，应采取集中补偿措施以提高功率因数并降低线路损耗。在输电过程中，可以根据现场实际情况合理利用变压器升压。设计中还可选择并联运行，根据实际效果对变压器进行调整，以实现节能目标。

1) 在变压器选型时，选择具有高效率和低能耗的变压器型号，例如采用具有高辅助磁损耗性能的变压器，以减少能源损耗。

2) 在配送线路布置中，合理规划配送距离，避

免过长的线路造成能源损耗。并设计紧凑、低损耗和高效的配电设备，如采用具有低线路电阻和高绝缘性能的导线和电缆。

3) 当需要补偿时，采取集中补偿措施，如使用无功补偿装置，可以提高系统功率因数，减少线路损耗。

4) 利用合适的变压器升压技术，根据具体情况选择合适的升压比例，有效降低输电线路的能量损耗。

通过上述措施，在配电系统的设计中融入节能技术，可以使垃圾焚烧发电厂的电气系统更加高效、节能，并促进资源的有效利用。

2. 降低线路传输损耗

在垃圾焚烧发电厂的电气设计中，应提前规划线路布置，以尽量减少线路传输损耗的发生。合理布置配电小间和配电室，使供电半径处于最优范围内，降低供电距离，避免出现能量反送的现象。在选择配电线材料时，需综合考虑使用安全性和电能损耗，以提高工作效率。管线布置应遵循三项电荷平衡的原则。控制配电线路长度，确保从低压柜到配电箱的线路设计为直线。一般情况下，低压线路长度不超过200 m，中等密集负荷区域不超过150 m，密集负荷区域不超过100 m。根据这一原则，可以最大程度减少电线使用量，保证传输距离最短。此外，在某些设计方案中，不仅要降低线路截面积，有时还可以适当选择更大截面积的线路。尽管造价可能会增加，但在后期使用过程中可以有效节约电能。

1) 在配电线材料的选择上，优先考虑低电阻、低损耗的材料，如铜导线或铝合金导线，以减少线路传输损耗。

2) 在布置配电系统时，根据实际需求和负荷分布情况，灵活设计供电半径并避免过长的线路，以降低电能传输损耗。

3) 针对中、高密度负荷区域，使用分段供电的方式，通过增设变电站或配电室，在更近的地方供电，以减少线路长度和电能损耗。

4) 在一些负荷较大的区域，根据实际情况选择较大截面积的线路以降低电阻，从而减少传输过程中的能量损耗。

通过上述措施，在垃圾焚烧发电厂的电气设计中降低线路传输损耗，提高能源利用效率。

3. 照明设计节能

在垃圾焚烧发电厂的照明设计中，必须确保满足其基本的照明需求。照明系统的设计应遵循安全可靠、经济实用和节能降耗的原则进行。根据照明种类的不同，可分为正常照明和事故照明。为了保证照明供电的可靠性和提高照明质量，正常照明可采用低压交流回路供电，而事故照明、警卫和其他照明则可采用自带蓄电池的整流逆变电源供电。照明系统设备的能源利用效率指标应符合国家规定的标准要求。同时，应严格落实国家的照明节能强制性标准，在照明设计中尽量采用光效高的灯具，并选择节能型光源，如紧凑型荧光灯或能耗低的电子镇流器或节能型电感镇流器，以确保各处照明功率密度值在限制范围内。设计中应优先选择高光效、长寿命和显色性好的光源和灯具，充分利用自然光。为减少光污染的影响，首选绿色光源。根据不同需求，在垃圾焚烧发电厂内进行合理的照明布置和设计。此外，在电气设计中，设计师应充分借助智能化和信息化手段，通过照明系统控制根据时间和空间的变化进行调节，以在满足照明功能的同时降低能源消耗。智能化和信息化可以通过安装传感器和控制器来实现。例如，在室外光照强的情况下，智能化设备可以自动关闭室内照明；当室内光线变暗时，可以自动开启室内照明，从而最大程度利用自然光，减少不必要的照明时间，达到节能的效果。此外，合理选用光导管技术也能有效促进节能。采用光导管技术可以降低能源消耗50%以上。

1) 在高负荷区域或密集区域，使用智能控制系统和光感应传感器，根据光照强度自动调节照明亮度，以确保室内照明在最佳状态下工作，同时减少能源浪费。

2) 采用节能型光源和灯具，如LED灯具，其光效高、寿命长，可显著减少能源消耗。

3) 在照明布置中合理利用光导管技术，在需要照明的区域引入自然光线，减少对人工照明的依赖，有效节约能源。

通过上述措施，在垃圾焚烧发电厂的照明设计中，可以实现安全可靠、经济实用和节能降耗的目标。

4. 信息化系统与清洁能源的利用

随着社会的发展和电子信息技术的突飞猛进，

垃圾焚烧发电厂通过自控系统的运用使节能成为可能。利用自动控制系统可以智能化地监测垃圾焚烧发电厂设备,并实现科学的设备管理,使设备始终处于最佳运行状态。同时,通过设备平台对能耗数据进行反馈,管理人员可以根据每天的能耗数据对设备进行调整和维修保养,以保证能耗始终处于较低水平。该系统可以实现设备的集中调配和最优利用,同时为管理人员提供能耗指标验证。此外,通过历史能耗统计,还可以预测能源消耗,为后续的管理提供参考。

另外,可以在合理范围内充分利用太阳能等清洁能源,并有条件地利用风能等可再生能源,最大程度减少对传统电能的依赖。在垃圾焚烧发电厂的规划设计中,应充分考虑自然通风的利用,合理组织室内气流路径,并引入手动或自动调节进风量的通风设备。这对改善国家能源结构,降低碳排放,并早日实现碳中和目标具有积极意义。

1) 在垃圾焚烧发电厂中,通过安装太阳能光伏板或太阳能热水器等设备,充分利用太阳能资源,以满足一部分照明、供电或供热需求。

2) 对于需要连续供电的设备,如电动机或控制系统,可以将其连接到风力发电机,以利用风能产生的电能,从而减少对传统电力的依赖。

3) 在垃圾焚烧发电厂的建筑规划中,合理设计建筑结构、窗户和通风口位置,以充分利用自然通风,减少对空调系统的需求,降低能耗。

4) 引入智能化控制系统,通过建立能耗监测平台,对各个设备的能耗进行实时监测和数据反馈,以实现最佳能源管理和节能优化。

通过上述措施,在垃圾焚烧发电厂的运行中可以实现更高效的能源利用,减少对传统能源的依赖,并对减少碳排放和实现碳中和目标起到积极作用。

5. 余热利用节能

根据统计,垃圾焚烧发电厂的余热利用率很低,余热比例如图2所示。目前对于发电厂的余热利用的研究多是针对传统发电厂开展的,对垃圾焚烧发电厂的研究还比较匮乏。因此,作为电气设计人员,就更加需要在垃圾焚烧发电厂电气设计中融入余热利用技术,可以有效提高能源利用,降低能耗,对于企业经济效益的提升有巨大的推进作用。

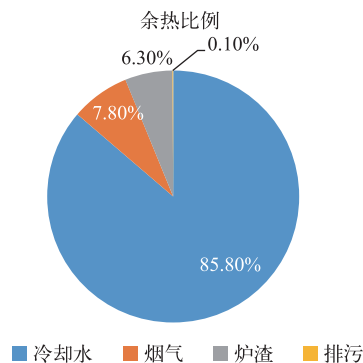


图2 垃圾焚烧发电厂余热比例

结束语

随着时代的进步,在各行各业中运用节能技术已成为发展潮流,而垃圾焚烧发电厂电气设计中采用节能技术必将是行业发展的大势所趋。目前,随着国家支持力度的增大,我国垃圾焚烧发电厂行业迎来了发展的黄金时期,但在发展的同时还是面临着很多的挑战。为了尽可能地顺应节能减排的政策,垃圾焚烧发电厂电气设计者在加强自身节能技术提升的同时,还要在设计中合理科学地运用节能技术,并不断对电气节能进行优化,为国家绿色低碳发展作出贡献,同时不断推动产业可持续发展。EA

参考文献

- [1] 林士颖. 垃圾焚烧发电厂电气设计中的节能措施[J]. 智能建筑电气技术, 2021, 15(5): 55-57.
- [2] 方杨, 杨宏伟, 周民星, 等. 垃圾焚烧锅炉的(火用)分析与节能措施[J]. 节能, 2021, 40(1): 70-72.
- [3] 姚冰, 乐俊超. 对垃圾焚烧炉过热器节能改造的研究[J]. 节能与环保, 2020(9): 77-78.
- [4] 王荣祥. 浅谈垃圾焚烧发电设备的选型及其节能减排[J]. 资源节约与环保, 2017(4): 20, 24.
- [5] 彭小军. 垃圾焚烧余热锅炉节能改造[J]. 工业锅炉, 2017(1): 55-57.
- [6] 夏树林, 李振山, 焦安英, 等. 北京市生活垃圾焚烧厂耗能排污特征及节能减排潜力[J]. 地球与环境, 2014, 42(1): 102-109.