

DOI:10. 3969/j. issn. 1674 - 1951. 2019. 09. 018

大中型燃煤发电厂上煤系统降出力去冗余 可行性研究

Feasibility research on redundancy removal and derating of coal handling
systems in large and medium coal-fired power plants

李济川
LI Jichuan

(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)
(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design
Institute Company Limited, Guangzhou 510663, China)

摘 要:当前燃煤发电机组年利用小时数呈下降趋势,上煤系统实际出力存在较大冗余。根据发电市场的实际状况及预期,分析上煤系统运行可靠性及出力,提出可行的去冗余优化建议。上煤系统双路配置的前提下,降低出力实现去冗余优化可行。在新建或改建项目中可考虑降低上煤系统出力,优化系统配置。

关键词:燃煤发电厂;上煤系统;冗余;降出力;发电市场;双路配置

中图分类号:TM 611;TH 222 **文献标志码:**B **文章编号:**1674 - 1951(2019)09 - 0067 - 03

Abstract:At present, the working hours of coal-fired units are declining, and there is great redundancy in the output of coal handling systems. Based on the status quo and expectation for power generation market, it analyzed the operational reliability and output of the coal handling systems and proposed feasible redundancy removal schemes. Under the premise of dual-configuration for coal handling systems, it is feasible to cut the redundant output. It is recommended to reduce the output of the coal system and optimize the system configuration in new or rebuilt projects.

Keywords:coal-fired power plant; coal transportation system; redundancy; reduce output; power generation market; dual-circuit configuration

0 引言

火力发电厂上煤系统主要负责将燃煤向主厂房原煤斗输送、供锅炉燃烧,其能力及可靠性直接影响机组的正常运行。

受经济结构形式调整及政策的影响,目前燃煤发电机组年利用小时数显著下降,承担直接向锅炉供煤的厂内上煤系统设计出力相比当前机组实际燃煤需求存在较大的冗余。本文旨在通过分析上煤系统可靠性现状并结合当前实际运行情况,探讨系统降出力、去冗余的可能性,实现技术与经济效益的平衡。

1 上煤系统设计现状

本文涉及的上煤系统包括燃煤电厂卸煤或贮煤设施至煤仓间原煤斗之间的输送系统,电力行业相关规程有明确要求,而且在不断调整、变化。

DL 5000—2000《火力发电厂设计技术规程》规定:“进入锅炉房的运煤带式输送机应采用双路系统……每路带式输送机的出力不应小于全厂锅炉最大连续蒸发量的 150%。”^[1]

GB 50660—2011《大中型火力发电厂设计规范》规定:“……上煤系统带式输送机应双路设置……”,“……由贮煤设施至锅炉房的上煤系统带式输送机出力不应小于对应机组最大连续蒸发量时燃用设计煤种与校核煤种 2 个耗煤量较大值的 135%。”^[2]

当前燃煤火力发电机组厂内上煤系统的设计即遵从上述设计规范的要求,系统按双路配置,其出力与机组所用煤种较大耗煤量的比值不小于 135%。若兼顾今后扩建考虑的公用上煤系统,实际裕量更大。

2 上煤系统去冗余优化思路

由设计规程可知,优化双路系统和系统出力是影响上煤系统正常运行的关键因素,也是上煤系统

去冗余优化的主要思路 and 方向。

双路系统的优化思路主要是以单路系统替代双路系统,但目前国内仅应用于小型燃煤发电机组(GB 50049—2011《小型火力发电厂设计规范》^[3]),而国内大中型燃煤发电机组上煤系统未有单路布置的实例。近年来行业内出现了大中型火力发电机组采用单路上煤系统的讨论,但是最终结论依然是暂不可行^[4-6]。本文同意同行专家观点,故不再讨论双路系统改单路系统的问题。

因此,本文将上煤系统去冗余优化的方向最终聚焦于系统降出力,即降低设计规程中系统出力与锅炉设计理论耗煤量的比值。

3 当前上煤系统可靠性分析

上煤系统去冗余优化的基础是上煤系统的可靠性,因此分析当前上煤系统可靠性是实现去冗余优化的前提。

上煤系统系统可靠性包括自身流程、设备的影响因素及相关保障措施。

3.1 上煤系统可靠性主要影响因素

影响上煤系统可靠性及效率的主要因素包括以下几点。

(1) 运煤系统流程。燃煤转运环节一旦出现故障将影响系统正常输送,环节越多,故障率越高。

(2) 主要系统设备可靠性。如驱动电机、减速机等主要设备故障后维修难、耗时久,对系统影响大;而其他如托辊、支架等部件出现问题影响较小。

(3) 运行维护管理。运行维护人员管理不善、经验不足将增加系统故障概率,同时影响问题的及时处理。

3.2 上煤系统可靠性保障

针对影响上煤系统可靠性的主要因素,国内各大型燃煤发电机组经多年实践运行有较多成熟、可靠的保障措施。

(1) 优化工艺系统。缩短运输路径、减少转运环节以降低故障点;建构筑物空间考虑适当裕量,避免运行环境恶劣且有利维护检修。

(2) 设备保障。驱动装置、传动滚筒等重要部件选择可靠厂家,其中发货周期长的关键部件可考虑有备件。

(3) 施工及安装。高质量的安装和调试能较好地减少今后运行时问题的发生,如胶带跑偏、洒料、减速机及电机高速轴同心、拉紧装置配重失衡等。

(4) 日常管理维护。采取提高人员素质、加强业务培训、具备突发事故快速处理能力、严格维护巡查制度并及时上报处置等措施,有利于提高运行可

靠性。

(5) 易损部件或设备(如胶带、托辊、更换机油及锤头等操作)可以有序、有计划进行,不影响系统作业。

上述措施较好地保障了上煤系统的可靠性和正常运行,但是仍然属于次要因素,真正保障上煤系统可靠性的关键在于其系统本身的双路系统设计。

当前上煤系统均按双路配置、一运一备设计,且具备双路同时运行的条件。一旦单路系统出现故障甚至停运等情况,备用的另外一路系统可及时启动,实现无缝切换保障机组运行,也为故障的那一路系统修复提供时间。

因此,双路系统加上众多配套保障措施是上煤系统可靠性的主要保障,在此基础上进行去冗余优化仅仅是从“量”而不是从“质”影响到上煤系统,即双路上煤系统去冗余优化方向确定为降出力是合理的。

4 上煤系统降出力优化

4.1 机组运行需求及变化

随着经济结构调整,近年来全国电力供需总体宽松,工业用电量同比下降,同时水力、光伏、风电等新能源的大力发展挤占传统燃煤发电空间,火力发电机组有效年利用小时数下降很快。

以广东某百万千瓦级机组项目为例,机组设备年利用小时数由 2011 年的最高 7 000 多降至 2018 年的 4 000 多。另据国家有关部门统计,2015—2017 年全国 600 MW 及以上火力发电机组平均年利用小时数分别为 4 329, 4 165, 4 209。

长远来看,现有燃煤发电机组实际平均年利用小时数长期保持在 4 000 左右,远达不到设计值 5 000 ~ 5 500 的情况在未来 10 年甚至几十年内不会明显改善。满足锅炉正常需求供煤的上煤系统存在出力冗余的资源配置不合理情况,具备进一步优化的需求和可能性。

4.2 上煤系统降出力分析

按最新设计规程要求,上煤系统设计出力与锅炉最大连续蒸发量时耗煤量(以下简称额定耗煤量)的比值不小于 135%。

以原设计年利用小时数 5 500 的机组为例分析,实际年利用小时数取全国 600 MW 及以上火力发电机组 2015—2017 年的平均值,即 $(4\,329 + 4\,165 + 4\,209)/3 = 4\,235$ 。因年利用小时数直接影响机组耗煤量,为便于比较可将现有机组实际耗煤量与额定耗煤量的比值简化为实际年利用小时数与设计年利用小时数的比值,即 $4\,235/5\,500 = 0.77$ 。

因此,假定某项目机组锅炉设计额定耗煤量为 1 000 t/h,则按设计规程上煤系统设计出力为 $1\,000 \times 1.35 = 1\,350$ (t/h);按实际年运行小时分析,机组现有实际耗煤量为 $0.77 \times 1\,000 = 770$ (t/h)。上煤系统降出力优化后,其当前实际出力与机组锅炉设计耗煤量一致,即为 1 000 t/h。去冗余优化后系统出力与原设计系统出力比较见表 1。

表 1 上煤系统降出力优化比较

Tab.1 Comparison of derating schemes for coal handling systems

项目	原设计值	去冗余优化工况 ^①
上煤系统出力/(t·h ⁻¹)	1 350	1 000
机组设计耗煤量/(t·h ⁻¹)	1 000	
机组实际耗煤量/(t·h ⁻¹)		770
上煤系统出力/设计耗煤量	1.35	1.00
上煤系统出力/实际耗煤量	1.75	1.30
上煤系统运行时间 ^② /h	17.8	18.5

注:①去冗余优化工况假定锅炉耗煤量为设计额定值的 77%;
②上煤系统运行时间为锅炉每日运行 24 h 所需总量与上煤系统出力的比值。

由表 1 可知,在当前发电市场形势下,发电机组锅炉耗煤量为设计额定值的 77% 计算(实际情况该数据更低),上煤系统按规程设计出力与锅炉实际耗煤量的比值达到了 1.75,裕量偏大。而上煤系统去冗余优化出力与实际耗煤量比值为 1.30,接近设计规程要求,基本能满足要求。

在实际负荷与设计负荷比值不高于 77% 的情况下,上煤系统实际运行时间(18.5 h/d)与设计运行时间(17.8 h/d)相差不到 1 h,对系统的影响不大。

5 结束语

燃煤发电机组年利用小时数因经济结构调整及新能源大力发展的影响而明显下降将是常态,且有进一步下降的趋势,上煤系统存在去冗余优化的空

间及可能性。

双路系统经多年运行经验证明是上煤系统可靠性的根本保障,在此基础上对上煤系统进行降出力去冗余优化并不影响系统的可靠性。

以本文假定上煤系统出力与额定耗煤量的比值由 135% 下调至 100% 为例,系统可靠性未发生本质改变。分析表明,虽然上煤系统降出力优化后系统理论运行时间增加,但是对系统的实际影响有限。而以往火力发电机组高负荷运行时,经常出现因煤种变化导致锅炉实际耗煤量大于设计值、上煤系统出力与实际耗煤量比值变小而延长运行时间的情况,实践证明机组安全运行均未受影响。

因此,本文建议在新建或改建工程中经充分论证、准备后,上煤系统可根据项目实际情况进行降出力去冗余优化。

参考文献:

[1]火力发电厂设计技术规程:DL 5000—200[S].
[2]大中型火力发电厂设计规范:GB 50660—2011[S].
[3]小型火力发电厂设计规范:GB 50049—2011[S].
[4]周瑞强.火力发电厂单路上煤系统研究[J].山东工业技术,2014(23):67-68.
[5]钱锡铭.上煤系统采用单系统的研究[J].电力勘测设计,2016(S2):304-308.
[6]钱锡铭.上煤系统采用单系统的调研分析[J].华电技术,2016,38(7):32-34,39.
[7]北京起重运输机械设计研究院,武汉丰帆科技开发有限责任公司.DTⅡ(A)型带式输送机设计手册[M].2版.北京:冶金工业出版社,2013.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

李济川(1975—),男,四川宜宾人,高级工程师,从事火力发电厂运煤系统设计方面的工作(E-mail:lijichuan@gedi.com.cn)。

(上接第 66 页)64-67,81.

[7]刘桂林,宋玮,宋新立.基于涉网保护的励磁限制、失磁保护与失步保护配合的研究[J].电力系统保护与控制,2014,42(23):107-112.
[8]陆秋瑜,徐飞,胡伟,等.考虑机网协调的新型发电机失磁保护方案研究[J].电力系统保护与控制,2013,41(9):1-6.
[9]贾文双,岳雷,措姆,等.发电机失磁保护与励磁限制的配合方法[J].华北电力技术,2013(1):11-14,30.
[10]郭春平,余振,殷修涛.发电机励磁限制与失磁保护的配合整定计算[J].中国电机工程学报,2012,32(28):129-132.

[11]王青,刘肇旭,孙华东,等.发电机励磁限制功能的设置原则[J].电力系统保护与控制,2011,39(6):55-60.
[12]裴愉涛,陈水耀,陈俊,等.一种基于阻抗特性的发电机励磁限制方法[J].电力系统保护与控制,2012,40(5):116-118.

(本文责编:陆华)

作者简介:

张波(1983—),男,上海人,工程师,工学硕士,从事发电厂设备管理部电气设备管理工作(E-mail:zhangbo@lgc-cgt.com)。