

非洲输电线路设计重点和难点分析

刘 然

(四川电力设计咨询有限责任公司, 四川 成都 610000)

摘 要:随着我国海外市场的不断拓展,电力企业越来越多的涉足到非洲水电总承包项目 EPC。作为项目建设管理的龙头,设计工作的优劣,可谓“牵一发而动全身”。本文以非洲科特迪瓦共和国苏布雷输变电工程为实例,针对非洲地区输电线路设计工作的重点和难点进行分析,并给出建议及措施。

关键词:非洲;输电线路;设计;重点难点

中图分类号: TM72

文献标志码: A

文章编号: 1000-582X(2014)S2-172-3

近年来,随着国内输变电建设市场的日趋饱和,电力企业纷纷加大了海外市场的开拓,参与建设的海外总承包(EPC)输变电项目越来越多。针对海外 EPC 项目建设管理的方法和经验,受到电力企业越来越多的重视。设计作为建设管理的龙头,可谓“牵一发而动全身”。设计方如何针对海外输变电项目的独有特点,顺利通过设计审查,并配合总承包项目后续采购和施工,成为设计工作的重中之重。本文以非洲科特迪瓦共和国苏布雷输变电工程为实例,对非洲地区输电线路设计工作的重点和难点进行分析,并给出建议及措施。

1 工程背景

苏布雷输电线路位于西非科特迪瓦共和国南部,途经苏布雷、加尼奥阿、拉科塔、乌梅、蒂亚萨莱、阿博维尔、锡肯西、阿比让 8 省,共涉及 5 段 225 kV 输电线路,总长约 400 km。线路基本东西走向,海拔高度 40 ~ 330 m,地形以平地及浅丘为主,跨越萨桑德拉河、达沃河、邦达马河等河流,沿线植被以经济作物、杂木、灌木为主,局部分布高大原始林木。

2 设计工作特点难点

2.1 设计标准

设计工作首先遇到的即是设计标准问题。国内设计单位对中国标准的应用早已轻车熟路,并且积累了成套的标准设计图纸,因此希望业主按中国标

准进行设计,以降低难度,减少工作量。但是,非洲国家的前身多为欧洲殖民地,其政治、经济、文化在很大程度上仍然受欧洲国家影响。以苏布雷工程为例,科特迪瓦共和国原为法国殖民地,独立后以法语作为官方语言,并照搬法国的法律、制度、标准。苏布雷工程虽然由中方总承包,但监理单位为法国公司,所有技术方案必须法方认可才能实施。虽然我方力推中国标准,但最终还是按法国工程师要求采用了 IEC(国际)和 EN(欧洲)标准,细节上则按法国电力标准执行。

通过大量的对标工作,我们发现,中国电力设计标准是满足并且局部超过 IEC 标准的,新版 GB 中国标准均按 IEC 国际标准进行了修订,设计标准应该不再是设计工作的制约因素。

2.2 业主要求

“业主要求”在 EPC 项目中的重要性仅次于合同。国外项目的“业主要求”对设计标准、设计方案、设计参数、材质要求等,均进行了非常详细的论述,所有后期设计工作的开展必须满足“业主要求”。因此,设计单位应要求设计人员充分熟悉项目合同、业主要求、可研设计报告等设计支撑性文件,避免设计文件不满足“业主要求”而返工;同时,在业主提出合同外要求时,可作为索赔依据。

2.3 外业设计

项目地处海外,设计作为首批进场队伍,面临着人员出入境、设备报关、语言、生活习惯、安全、计划、

工期等一系列问题。设计单位应安排专职人员进行协调处理。苏布雷工程中,由项目部副经理和设总牵头协调设计外业工作,制定外业工作计划和风险预案,每个外业队伍均安排 1 名翻译和 1 名生活管理员。非洲地区政治经济相对落后,设计人员的海外安全应放在第一位。设计队伍进场前,应要求业主为每个外业设计队伍配置 1 名业主工程师,配合现场安全和协调工作,并对沿线部落进行项目公示,确保中方设计人员安全。

输电线路的征地范围,国内和海外有着本质的不同。国内土地为国家所有,输电线路属基础建设项目,仅征用塔基用地,通道用地无需征用。非洲等海外国家土地为私有,输电线路需征用整个通道用地。苏布雷工程 225 kV 线路通道征用宽度达 40 m,征地及通道清理费用占总投资的 60%,这在国内是不可想象的。国外 EPC 项目中,征地及通道清理费通常由业主负责,本体建设费用则由总包单位包干,这就出现了路径方案优化调整后,本体费用如何追加的问题。以苏布雷工程为例,设计人员按业主工程师要求,对路径方案进行调整,对难以拆迁及拆迁昂贵的设施、别墅等进行避让。从全局来看,路径调整后可节省总投资,降低施工协调难度,这对业主及总包方均是有利的。但路径调整通常是以增加转角塔及路径长度为代价,势必导致本体费用增加,而这笔费用在总包合同中是包干的。因此,外业设计过程中,现场设计人员遇到路径问题及设计问题,应积极与业主及监理工程师沟通,现场问题现场处理,并以书面纪要双方确认,作为后期索赔依据,同时避免后期内业设计方案的反复。

绝大多数 EPC 合同都有严格的工期要求及工期延误罚款,这些都是业主的利器。总包商稍有不慎就会遭到业主的工期罚款。因此,现场设计方案应综合考虑工期、安全、施工方便等因素,不应片面追求经济效益。苏布雷工程中,设计合理选择杆塔位置,充分考虑运输方便及组塔安全,避开基坑开挖困难的泥沼地段,将两塔跨江方案改为三塔方案,将 90 kV 以上线路的跨越按孤立档设计,将 OPGW 分盘位置尽量设置在公路周边平地,将铁塔与基础的连接型式由插入角钢改为地脚螺栓,虽然本体费用略有增加,但却有力的保证了建设工期和施工安全。

2.4 内业设计

内业设计过程中应严格把控工期和质量两个要素。总包工程建设进度受影响的因素极其广泛,任何一个因素都有可能对进度造成严重影响。内业设计受外界影响因素最少,设计工期的提前,对总体工期是

十分有利的。设总应牵头编制设计计划大纲及质量控制计划,每周每月对进度质量进行检查分析,一旦发现进度滞后,首先检查是否为业主原因,若有则及时向业主提出工期索赔。若确定是自身原因,则及时调整进度计划,采取赶工措施,保证最终关门工期。

内业设计阶段,应采用先进的设计方法和软件,优化设计,提高效率,控制造价,达到“以人为本、技术先进、安全可靠、指标合理、绿色环保”的设计目标,成品图优良品率达到 100%。

2.5 铁塔实验

国内仅有北京、西安两家得到国际认可的铁塔实验场。一基铁塔从设计、加工到最终完成实验,通常需要 9~10 月。作为设计工期的短板,铁塔设计工作在总包项目启动阶段就应得到充分重视。针对海外项目工期紧、设计标准不同的特点,设计部门应增加结构专业数量,参设人员应经验丰富,设计能力强。同时,设总协调好电气专业和结构专业的配合工作,避免设计方案的反复。

铁塔设计过程中应充分与监理工程师进行沟通,提前上报实验计划,协调好设计部门与各参验单位的配合工作,确保铁塔实验一次性通过。

苏布雷工程中,一共有 5 个型式的铁塔进行了试验,4 个顺利通过,1 个在 90% 荷载时发生变形。经事后分析,铁塔制造商未按设计图纸加工塔材,塔头横担辅材的厚度出现了 10%~15% 的负误差。因此,设计单位一定要高度重视实验铁塔的加工过程,建议派遣监造工程师,以确保铁塔实验顺利通过,避免给业主和监理工程师留下不好印象。

2.6 设计审查

设计文件的审查涉及到业主、监理、总包单位、设计四个部门。苏布雷工程中更涉及到科特迪瓦共和国、法国、中国三个国家,整个设计审查过程效率低下、程序复杂,耗时接近 1 年,图纸经历了 A、B、C、D 四个版本。

非洲项目的设计审查受到业主突发意见,监理设计习惯、翻译偏差等多方因素的影响。每版设计文件虽然没有大的原则性问题,但是监理工程师和业主总是或多或少的提出意见,导致设计文件总是无法收口。最终我方将业主及监理工程师邀请到国内,针对每个问题,现场进行图纸修改,现场签字通过,终于在 D 版将图纸收口。

因此,建议在设计过程和审查阶段,提前与业主和监理对技术问题进行协商,与总监和业主代表保持密切联系,化被动为主动。同时,提高自身设计质量,做好设计经验的积累。

2.7 设计工代

项目地处海外,人员派遣过程复杂,成本高昂。因此建议设置常驻设计工代,根据工程进度,各专业进行轮换,及时处理现场设计问题,并配合项目部完成设备采购工作。

苏布雷工程中,专门成立了设计部,分管设计协调、设计管理和设计工代,取得非常好的实效,建议推广应用。

3 结论

非洲输电线路设计过程中应重视项目合同、业

主要求、可研设计报告等设计支撑性文件。外业设计时,安全第一,遇到路径问题及设计问题,应积极与业主及监理工程师沟通,现场问题现场处理,并以书面纪要双方确认,作为后期索赔依据,同时避免后期内业设计方案的反复。内业设计过程中应严格把控工期和质量两个要素,采用先进的设计方法和软件,优化设计,提高效率。整体设计方案应综合考虑工期、安全、施工方便等因素,不应片面追求经济效益。设计过程和审查阶段,提前与业主和监理对技术问题进行沟通,与总监和业主代表保持密切联系,化被动为主动。同时,提高自身设计质量,做好设计经验的积累。

(编辑 罗敏)

(上接第 151 页)

埋设在 -3 m ,下层地网主要起到降阻作用,不全站敷设,仅在在地基开挖的位置敷设,以减少地网敷设时的土方开挖量;上层地网埋设在 -0.15 m 碎石层上,上层地网主要起到均压及方便设备引下线引接,上层地网全站敷设;在季节性冻土冻深范围内的基础周边采用砂、卵石或碎石等非冻胀材料回填,攻克了变电站土层冻胀等方面的难题。

3)变电站位于高寒地区,昼夜温差大,设计对主要建筑物墙体、屋面均采用岩面夹心彩钢板,门窗采用中空双层玻璃,减少室内外热能交换,达到了节能环保目的。

4)建筑物散水及电缆沟压顶、盖板均采用工厂化制作,既提高了制作工艺,又减少了现场制作对周边环境造成的影响。

5)主变采用成品钢格栅代替油坑内钢筋网,较钢筋网具有重量轻、耐久性好的优点。

6)主变、GIS 等设备基础要求清水混凝土,美观牢固。

7)围墙采用砖砌实体围墙,外喷真石漆。

8)主变压器、GIS 套管采用复合材料,提高了设备的抗震能力。

3 结语

藏区具有高海拔、重冰区、多雷区、缺氧、严寒、大风及强辐射、生态条件弱等特点。设计应当最大程度减小对自然环境的影响,建设“生态环保型工

程”;尊重藏区的民风、民俗,站址选择完全避让“神山、神水”等民族宗教祭祀场所,建设“藏区和谐民生工程”;合理的确定高海拔的各项设计参数;充分考虑“高海拔、高寒、低气压”的缺氧环境对施工人员的生命安全,有效缩短施工工期,合理处理施工外部环境,充分发挥设计龙头的作用。

参考文献:

- [1] 张国钦. 邦达 220kV 变电站初步设计报告[R]. 成都:四川电力设计咨询有限责任公司,2013.
- [2] 张国钦. 玉龙 220kV 变电站初步设计报告[R]. 成都:四川电力设计咨询有限责任公司,2013.
- [3] 喻新强. 西藏昌都电网与四川电网联网输电工程建设管理纲要[K]. 成都:川藏联网工程建设指挥部,2013.

(编辑 傅旭东)

燃用褐煤等高水分煤质的循环流化床 锅炉煤仓防堵措施浅析

张艺曼

(四川电力设计咨询有限责任公司, 四川 成都 610016)

摘要:多数电站锅炉普遍存在煤仓堵煤现象,从煤的物理特性、煤仓储煤量等方面分析了煤仓堵煤的原因,进而提出了煤仓防堵的措施,以及在实际工程中的应用。

关键词:锅炉;煤仓;褐煤;堵煤;振打器

中图分类号:TK229

文献标志码:A

文章编号:1000-582X(2014)S2-175-3

在火力发电厂实际运行过程中,几乎所有的煤仓都或多或少存在堵煤问题,当煤仓出现堵塞不能自动下煤时,会引发一系列问题:给煤机断煤、燃烧火焰失稳及运行参数波动等。如果处理不好还会导致锅炉灭火,影响正常生产。

因此,查明原因,找出合适的方法解决煤仓堵煤问题对火力发电厂的稳定运行有着十分重要的意义。

1 煤仓堵煤的原因分析

1.1 煤的物理特性

从煤的物理特性上分析,发生堵煤的主要原因是灰分和水分较大,由于煤中的灰分在遇水后,其粘度增大,流动性相应降低,这样就会导致煤仓发生通常的“挂壁”、“堵煤”现象,雨季尤其严重。煤粉的自然形态和物理特性包括如下三点。

1)煤是一种松散的、颗粒状的、粒度大小不等的集合体。当将煤自然堆积时,它以圆锥体形态存在。

2)煤的流动性。散状物料的流动性通常用自然安息角(简称自息角,下同)来衡量,自息角越小,其流动性越好。理想松散体的自息角等于其内摩擦角,煤内摩擦角的大小与其组成颗粒的大小、形状及颗粒等级匹配等因素有直接的关系。一般说来,煤的粒度增大,其自息角、内摩擦角减小,流动性增大。

3)煤的粘结性。粘结性与水分及煤的颗度有关。在水分为 6%~14%时,微粒的亲合力在水分

子的作用下,粘结成团,呈现塑性,具有粘结性,流动性降低。它可直接粘结在容器上或结拱。煤的粘结性和塑性则与其颗粒度成反比,粒度愈小,粘度和塑性愈大,反之愈小。

由上可知:粒度大的煤,自息角小,内摩擦角小,流动性好,含水量小,可塑性小,粘结力小,不易板结,不易粘结煤仓;粒度小的煤,自息角大,内摩擦角大,流动性差,含水量大,可塑性大,粘结力大,易板结,易粘结煤仓。

1.2 锅炉停炉时间

锅炉停运时,由于仓内存煤时间过长,再加上湿度影响,使煤与仓壁之间的摩擦力增大,从而造成堵塞。

1.3 煤仓内储煤量

煤仓内存煤太少,因为煤仓高度较大,若煤从煤仓顶部落下来,煤仓的深度越深,加速度越大,随之其冲击动量也越大,所以在一定的重力作用下,逐渐把煤仓底部的存煤冲击压实,当再次放煤时,就很可能发生堵塞。

锅炉原煤仓出口插板门往上 2 m 范围内经常发生堵煤现象,根据大多数锅炉现场运行情况,堵煤的主要部位在最小面积插板门以上 1.5 m 的范围,90%的堵塞发生在这个部位,还有 10%发生在上部。一般情况下,上面堵煤是由于下部堵塞造成的。下部堵塞后,整个仓体内部原煤的流动状态发生了变化。原本按整体流设计的煤仓,逐渐改变为中心

流动状态,中心流造成的直接后果是原煤在整个仓壁形成粘结,仓容积严重变小,堵塞更加严重。煤流在煤仓内的几种流动状态,详见图 1。

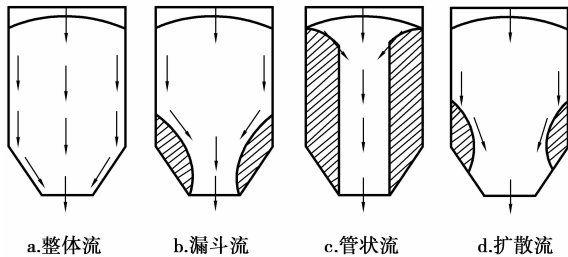


图 1 煤仓内煤的流动状态

2 煤仓防堵煤的措施

针对以上煤仓堵煤的原因,在设计印度尼西亚苏门答腊 2×150 MW SUMSEL(苏姆赛尔)一5 坑口燃煤电站工程时,因为该工程采用一次中间再热、自然循环汽包循环流化床锅炉,燃用褐煤,煤质水分比较大,我们采用了以下措施来减少煤仓堵煤的可能。

2.1 煤斗内壁下部加内衬

在煤仓下部锥斗部分内衬不锈钢板或者高分子材料,本工程采用了耐磨性较好不锈钢板内衬,煤斗内壁加装内衬后可减少煤与煤斗侧壁的摩擦力,有利于改善堵煤现象。

2.2 增加落煤口的数量及尺寸

每个煤斗下部设置了 4 个尺寸为 1 800 mm×800 mm 的落煤口,四个落煤口对应 2 台给煤机(即:一台给煤机对应两个入料口),增加落煤口的数量和采用尺寸较大的给煤机的入料口有利于落煤,不易造成堵煤。煤仓的布置图详见图 2。

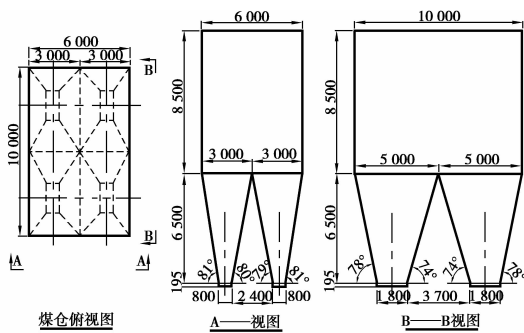


图 2 煤仓布置图

2.3 增大煤仓壁面与水平面的夹角

煤仓下部锥体相邻两壁面交线与水平面的夹角

都大于 70°,且煤仓下部锥体相对的壁面倾斜角度不同,使煤流受力不同,则煤仓壁面不易“挂煤”,相应就不易造成堵煤。

2.4 煤仓外壁加装仓壁振打器

在煤仓外壁适当位置加装仓壁振打器,当堵煤信号出现时相应振打器实现振打功能,直至堵煤信号消失。仓壁振打器安装示意图详见图 3。

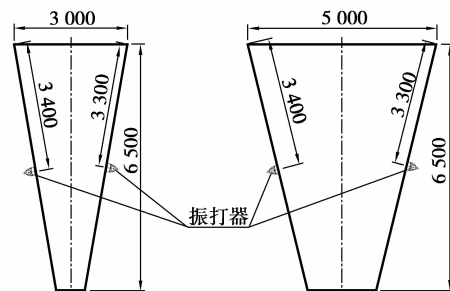


图 3 仓壁振打器安装示意图

2.5 适当增大煤粉粒度

根据调查,大多数电厂用煤颗粒普遍偏细,易造成堵煤,为保证最佳锅炉性能,适当提高给煤粒度,以达到设备厂家要求的煤最佳平均粒径,所以设计燃料破碎系统时采用一级破碎系统,满足锅炉厂的煤粒度要求: $d_{max}=20\text{ mm}$, $d_{50}=2.2\text{ mm}$,煤粉粒度详见图 4。

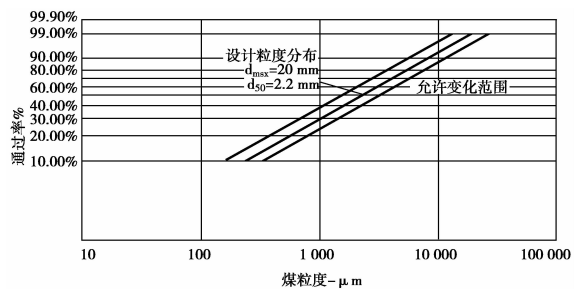


图 4 煤粉粒度

2.6 热风系统增加播煤风系统

给煤机出口落煤管,采用播煤风斜向引入下煤管的方式,让播煤风承担炉内烟气的密封任务,这样减少了堵煤点。锅炉播煤风入口示意图详见图 5。

2.7 设置干燥棚

为了控制煤的表面水分,设计时防止煤在电厂贮存期间雨水的进入,本工程储煤场设置干燥棚。

2.8 运行操作管理方面

1)加强入炉煤的化验制度管理,在雨天或煤中水分含量较大时,为了减少煤仓中煤粒搭桥的可能,将用干燥灰按比例与原煤进行掺混配比,以增加原

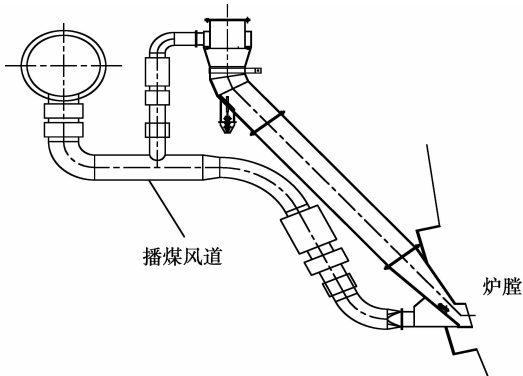


图5 锅炉播煤风入口

煤在煤仓内的流动性,减少堵煤的可能。

2) 锅炉运行中,尽可能使每台炉配置的6台给煤机同时投入运行,以防止停用的给煤机下煤口处的煤粒长时间不流动,从而黏结搭桥,造成给煤机投运后下煤不畅。

3) 如果锅炉停运时间较长,在停炉前尽量把煤仓的煤烧空或排空,以免煤仓内的长时间不流动而板结、搭桥,造成下次开炉时下煤不畅,本工程在给煤机出口设置了电动三通,长时间停炉时利用给煤机将煤仓内的余煤排空,这项技术——循环流化床送煤系统,已经获得了“实用新型专利证书”,示意图见图6。

3 结论

综上所述,首先要从燃煤水分的控制入手,尽量避免燃煤受潮,增加额外的水分。另外优化煤仓的结构,增加落煤口的数量及尺寸,增大煤仓壁面与水平面的夹角,减少煤仓内部的堵煤点。最后加强运行操作的管理,尽量避免煤仓堵煤的现象,从而更好地保证了机组的安全运行。

参考文献:

- [1] 史帅军,刘开富. 锅炉煤仓塞煤问题结局方案[J]. 热能动力工程,2004,19(6):648-650.
- [2] 王光,杨春. 35t/h 循环流化床锅炉堵煤问题的分析与改进[J]. 应用能源技术,2007(3):23-25.
- [3] 李金龙,王玉霞. 煤仓堵塞机理及防堵措施探讨[J]. 宁夏工程技术,2002,1(1):82-85.

(编辑 周沫)

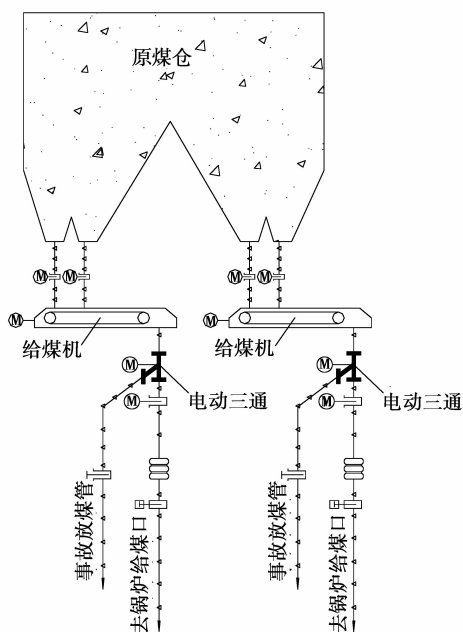


图6 循环流化床送煤系统