

大型设备安装就位调整中减小滑动摩擦力的尝试

刘康伟

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 都江堰 611830)

摘要:介绍了尼日尔尼亚美 GOROU BANDA 重油发电项目在大型重柴油引擎就位微调时采取的减少滑动摩擦力的措施,提高了设备安装精度。

关键词:大型设备就位调整;减小摩擦力;提高安装精度;尼亚美 GOROU BANDA 重油发电项目

中图分类号:TV734;TV52;TV51

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)03-0057-02

1 概述

尼日尔尼亚美 GOROU BANDA 重油发电项目一期工程安装单机容量 20 MW 的重柴油发电机 4 台,其重柴油引擎安装自重达 327 t,根据设计要求,需要在厂房外利用 500 t 液压龙门吊组装一级涡轮增压器和底座油槽,然后利用在轨推进器将其转移进厂房,最后使用 400 t 同步液压千斤顶配合顶丝螺栓微调就位。

2 问题的提出

在引擎调整过程中,由于液压千斤顶只能在垂直方向(Z 轴向)起落,故引擎在水平方向(X、Y 轴向)的调整是现场采用顶丝螺栓直接顶推千斤顶基座,从而达到微量水平移动引擎的目的。为此,在现场制作了千斤顶水平顶推工装,用于引擎在 X、Y 轴向的调整。

在工程实践中,一般是采用在光滑洁净的两个钢摩擦面之间涂抹润滑油来降低摩擦力,通常在压力较大时摩擦系数可以达到 0.1 ~ 0.15 左右。在该项目施工中,水平调整时的摩擦力约为 30 t 至 50 t,使用 4 个 M24 的顶丝克服该摩擦力非常吃力;较大的摩擦力给设备的精细调整带来了极大困难。

为减少摩擦力给调整工作带来的困难,需要找到有效降低千斤顶基座与钢盒底座间摩擦力的办法。为此,项目部设计并进行了在较小载荷情况下的摩擦力试验以寻找降低摩擦力的办法,最终取得了很好的效果。

3 摩擦力试验

3.1 降低摩擦力的原理

一个物体在另一个物体表面发生滑动时,接触面间产生阻碍它们相对运动的摩擦被称为滑动摩擦。滑动摩擦力的大小与接触面的粗糙程度以及接触面的接触压力大小有关。压力越大,物体接触面越粗糙,产生的滑动摩擦力就越大。

因此,减小有害摩擦的方式主要有:

- (1)用滚动摩擦代替滑动摩擦;
- (2)使接触面分离;
- (3)减小压力;
- (4)减小物体接触面的粗糙程度。

在该工程中,运用了在施工现场易于实现的第(2)种和第(4)种方式设计试验,其主要目的是为了降低接触面的摩擦系数。

3.2 校核具有良好润滑性的光滑洁净钢表面间的摩擦系数

使用一根平直的工字钢作为滑轨,一端放置在固定的平台上,另一端用千斤顶支撑以便调整,另外用一根平直的槽钢模拟重物,载荷钢板约为 200 kg 挂在槽钢两端,将工字钢和槽钢的接触面打磨光滑并涂抹钙基脂,槽钢移动方向倒圆角。

用 0.01°精度的数显水平尺进行测量。从 0°开始,缓慢顶升千斤顶,直至槽钢开始滑动,此时槽钢的倾斜角度为 8.6°,计算滑动摩擦系数 $\mu = \tan 8.6^\circ$,即 $\mu = 0.15$,基本符合经验值。

3.3 降低滑动摩擦系数的试验

准备两块光滑的镀锌铁皮,厚度为 0.75 mm;一小块聚氯乙烯薄膜。薄膜涂抹少量钙基脂后对折,将钙基脂夹在薄膜之间,然后将薄膜夹在两块镀锌铁皮之间。

将夹好聚氯乙烯薄膜和润滑油的铁皮放置于

工字钢滑轨和槽钢重物之间充当摩擦副,然后用 0.01° 精度的数显水平尺进行测量。从 0° 开始,缓慢顶升千斤顶,直至槽钢开始滑动。经多次测试得知:当重物开始滑动时,水平尺读数在 $1.9^\circ \sim 2^\circ$ 之间,取大值 2° ,此时摩擦副的滑动摩擦系数 $\mu = \tan 2^\circ$,即 $\mu = 0.035$ 。此种情况下的摩擦系数仅相当于原来摩擦系数的23%,降低效果明显。

在引擎实际调整过程中,我们在千斤顶和底座钢盒之间加入了这种摩擦副后,仅仅需要两人就很轻松地完成了引擎的调整工作。

4 工程实例

尼日尔尼亚美重油发电项目一期安装单机容量20 MW的重柴油发电机4台,总装机容量80 MW,主机设备采用德国MAN公司提供的18V60/48 TS重柴油引擎,设备重327 t。在该设备引擎就位的精确调整中,运用上述减少摩擦力的措施,引擎就位精准,取得了满意的效果。笔者简叙了其主要的施工过程。

4.1 设备组装

因该地区港口和道路条件限制,引擎运输重量必须控制在260 t以下,而实际运输重量高达257 t,因此引擎的涡轮增压器和底座油槽为单独运输,需要在现场进行组装。

在厂房内配备的是一台10 t行车,其仅仅具备日常维护能力,不具备使用行车直接进行大件设备的卸车和组装、安装的条件,大型设备安装需要使用其他起重运输施工装备。该工程采用了专门设计制造的500 t液压龙门吊作为主要设备,配合在轨推移机、同步千斤顶等其它施工设备,在厂外规划空地先进行重柴油引擎与一级涡轮增压器、底座油槽的的卸车和设备组装调整工作。

4.2 设备转运

在完成引擎与一级涡轮增压器、底座油槽的组装后,设备重量达327 t。再利用400 t液压在轨推进器和现场用钢板、钢轨预制了箱型活动轨道,将引擎转运进入厂房,到达预定安装位置。

4.3 引擎安装位置的调整

(1) 调整装置的制作。

引擎的整体就位调整采用了一套千斤顶装置。该装置现场制作,由4套顶丝调节装置、4台同步液压千斤顶及用于支撑的钢盒底座组成。钢盒底座是用20 mm厚钢板制作的一个开口盒子,

将千斤顶放置其中,盒子每个侧面焊接两个M24螺母,螺母上拧入顶丝螺栓,在千斤顶和钢盒底座之间需要垫入2张光滑铁皮,铁皮之间夹入2层聚氯乙烯薄膜,而在这两层薄膜之间则需要涂抹适量的黄油。该装置是极大地降低千斤顶与调节装置之间摩擦力的关键。根据前期试验验证,二者间的滑动摩擦系数可以从0.1~0.15降低至约0.035。

(2) 调整。

引擎精确对位调整时,每次同侧的两个顶丝螺栓需要同时顶推千斤顶以控制千斤顶移动的方向不发生偏转。为方便施工,每次调整引擎时,选择顶推引擎移动方向靠后侧的两台千斤顶,然后利用同步液压千斤顶和方木支墩分两次降下引擎至弹性支座上。在其下降过程中,需要反复对引擎的轴线进行复核,在复核过程中使用装置上的顶丝螺栓顶推千斤顶,从而直接移动引擎,对在下落过程中产生的偏差进行调节,最终将引擎下降至弹簧底座上并保证引擎轴线与标注在地面上的机组中心线保持一致。

通过上述引擎的调整,引擎已经按照测量的X、Y轴线就位,在弹簧底座上垫入不同厚度的垫片、调节引擎的高度并保证水平,调整结束

5 工艺特点及其具有的优点

5.1 降低了劳动强度,提高了施工速度

该方法相对于传统的施工方法,降低了劳动强度,提高了施工速度。传统方法使用螺旋千斤顶顶推设备,由于其摩擦力较大,螺旋千斤顶的操作非常费时费力。为达到一定的安装精度,常常需要往返来回调整,耗时非常长。该项新技术大大降低了滑动摩擦力,使设备移动的启动摩擦力很小,无需太大的顶推力即可移动设备,而且设备每次移动的位移量可以非常小,从而更容易达到非常高的精确度。

5.2 施工便捷,实用性强

传统方法为在设备支撑系统之外施加顶推力,必须在土建基础施工阶段就预埋使用千斤顶所需要的基础钢板,并且为了使千斤顶能够承受足够大的推力,还需要为基础板设计基础钢筋混凝土。而新方法则是直接在设备支撑系统内部进行顶推,推力属于系统内力,承力点不需要作用于

(下转第104页)

对高程不合格区域的土层进行削减或加填。

5.3 碾 压

由于日照强烈,土层表面水分蒸发迅速,实际含水率往往低于最优含水率。因此,碾压开始前,先由洒水车对区域内进行均匀洒水,待土层表面微干、确认不粘碾轮后使用16 t振动碾从区域的一侧开始碾压。为了防止出现碾压不均匀与局部产生剪切破坏的现象,采用进退错距法碾压,碾压条带之间的搭接宽度不小于30 cm,行进速度不大于2 km/h。对于振动碾无法进入的边角区域,使用蛙式打夯机进行碾压。对于常见的弹簧土现象,前期由于土质干湿情况难以辨别而导致该现象难以预防;而在碾压过程中,由于压路机质量较大,在经过弹簧土区域时可以明显看到土体的伸缩变形,因此,碾压作业时应派专人跟随振动碾监测其是否出现弹簧土现象,一旦发现,需及时翻晒或换填。对于所划分的不同区域,由于其面积基本固定,也可以通过观测各个区域的碾压作业时长来区分压路机是否严格按照要求进行碾压。

5.4 验 收

每一个区域碾压完成后,可以使用灌水法进行验收试验。根据要求,每个区域至少需要选取四个点进行试验,平均每个试验点耗时2~3 h;另外,土样的水分测试也要花费1 h,试验总时长往

(上接第58页)

系统之外的物体,因此无需进行任何前期的预埋准备工作,整个作业可以在设备基础上直接进行。

由于设备的调整无需再使用其它外部的基础和千斤顶,新方法很好地克服了现场狭窄施工环境的限制。

5.3 提高了安装质量

减少钢制底座与千斤顶之间的摩擦系数,从而在设备位置调整过程中降低水平推力,不但可以减少劳动强度,更重要的是可以有效降低千斤顶在底座上滑动时发生的蠕变,大幅度提高机组调整所能够达到的精度,可以更精确而高效地完成设备安装就位的调整,从而使设备的安装质量更高。

6 结 语

目前国内外对大型设备的安装精度由于各种

往达到8~12 h左右。在此期间,振动碾应前往其他区域进行碾压作业。采用灌水法试验时,需要在地面上挖掘一直径1 m左右、深度约30 cm的试洞,试验完成后,应及时抽出试洞中灌入的水,将挖掘出的土样填回、平整并再次碾压密实,碾压遍数不小于原先的标准遍数。由于施工现场日照强烈,为防止试验过程中试洞内灌入的水蒸发过多而导致试验失败,应在试洞旁支一遮阳伞防止阳光直射水面。

6 结 语

巴基斯坦塔贝拉水电站500 kV开关站扩建工程施工回填量大、质量要求严。项目部技术人员根据现场施工实际情况,通过回填碾压试验确定了不同回填层的施工参数,同时对施工过程中进行质量控制,所取得的经验可为其他类似工程参考和借鉴。

参考文献:

- [1] SL237 - 1999,土工试验规程[S]
- [2] ASTM D1556,灌砂法测定土的密度[S]

作者简介:

陈 聪(1993-),男,江苏南京人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
张想斌(1992-),男,甘肃天水人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

原因往往很难掌控,例如厂房内的起吊设备欠缺,受土建施工影响较大等。本项目通过对引擎运行工况和设备图纸进行分析及理解,考虑到对机组在各个轴线上的影响机组运行时的因素(例如:热膨胀、转动扭力、环境温度等),应用降低摩擦力的方式,使用自制的调整装置对大型引擎进行精确的调整对接,完美地完成了大型重柴油发电机组的安装及调整,保证了机组的运行性能和净出力。

笔者介绍的方法简单易行,成本低廉,效果显著,可以广泛应用在类似重型设备的就位施工中,值得推广。

作者简介:

刘康伟(1975-),男,四川阆中人,工程师,学士,从事起重运输技术、水电站机电设备安装和项目管理工作。

(责任编辑:李燕辉)