

浅谈 CATIA 在水电工程监测设计中的应用

李 菁

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,四川 成都 610072)

摘 要:目前国内的 CATIA 设计主要应用在航空航天、汽车、机械、造船、石化等行业。水电工程监测专业从 2013 年起开始进行试用及推广工作。大量的水电工程建设监测项目为 CATIA 在本专业的推广应用提供了条件,软件对工程的实用性和良好的模型扩展功能为用户提供了一个崭新的设计平台,应用前景广阔。

关键词:水电工程;安全监测设计;CATIA 三维设计

中图分类号:TV7;TV522;TV22

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)06-0077-03

1 概 述

CATIA 是由法国达索系统公司开发的、跨平台的商业三维设计软件。目前国内对该软件应用较为成熟的领域主要有航空、航天、汽车、机械、造船、石化等。

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司(以下简称中国电建成都院)监测中心于 2013 年起利用 CATIA 平台,以在建工程为依托,开展了三维监测设计工作。由于 CATIA 软件的应用,设计工作已由早期单纯的三维展示功能转变为将三维设计融入生产流程。经过一年时间的探索、消化、建模工作,已初步总结出了一套用于监测工作的三维设计方法与步骤,并在溪洛渡工程滑坡体监测设计、锦屏一级水电站三维可视监测设计、猴子岩工程监测设计等项目展开应用。

利用 CATIA 三维设计,可在监测设计过程中定义监测测点属性,将设计参数植入三维模型,生成高质量、多方位、可编辑的立体模型。实践表明:该软件较 Auto CAD 在使用功能及开发应用方面具有明显的优势。

2 利用 CATIA 进行监测设计的优势

在水电工程安全监测设计中需要布置大量的监测仪器,传统的二维设计往往按照水工建筑物的部位及安全监测的类型分别出图;但对于大型工程,其建筑结构复杂、相关专业交叉多,可能导致监测专业与其它专业出现设计上的冲突。对监测专业而言,传统设计无法直观的展示监测点与建筑物、各监测点之间的全局关系。特别是在进

行外观设计时,外观测点的布置因存在现场通视条件、测线夹角不确定等因素,设计人员在进行设计时需要大量的现场踏勘且后期设计修改工作较多。

利用 CATIA 三维可视设计,可以更直观、更准确的展示监测测点之间的相互空间位置,以及测点与水工建筑物、地形、地貌的相对位置关系,直观了解监测仪器的布置与其它专业、相关建筑物、工程整体结构是否存在冲突的问题,从而帮助设计人员克服二维设计中的局限性,增强设计过程的精准程度,进而提高设计效率和设计质量。

3 CATIA 监测设计与二维监测设计的应用对比

在外观监测设计过程中,传统的二维设计是在平面图上概略选点,组成三角网,满足精度估算指标。但受现场地形、通视条件等诸多因素制约,在实际建点时往往还需做较大的调整。采用 CATIA 进行外观设计时可不受上述条件限制,主要体现在以下几个方面:

(1) 二维设计图中,通常只能查询平面坐标,而三维设计可准确查询 Z 坐标,从而更能方便设计。

(2) 在二维设计图中很难看出各测点与建筑物之间的立体空间关系,而三维设计则具有直观性,可在设计过程中发现潜在的不合理性,从而提高监测设计精度,减少施工期因测点通视等问题带来的设计修改。

(3) 当建筑物中布置的监测仪器类型较多时,二维设计只能表现不同类型测点的大致位置关系,而使用三维设计则可以生成各角度轴测图,

收稿日期:2014-07-09

从而能够快速、直观地了解各类仪器、测点的空间分布状态,以及测点与建筑物的相对位置关系,对监测设计检查、校核等具有很好的帮助作用。

(4) 对于同一类型的监测仪器,在进行监测设计时,根据工程实际情况,因型号改变其外形尺寸也会相应变化。在传统的二维监测图纸中,其监测仪器详图常为示意图,图中的尺寸不符合比例、不规范。而利用监测三维模板设计 UDF 模型,可以根据实际要求快速改变仪器各部位的尺寸,准确提供同一种类、不同尺寸监测仪器的详图,进而提高了设计的产品质量。

4 溪洛渡水电站滑坡体外观监测设计中采用 CATIA 的应用实例

溪洛渡水电站水库正常蓄水位高程 600 m,死水位高程 540 m,库容 126.7 亿 m^3 。水库沿金沙江干流全长为 199 km,沿金沙江支流西苏角河、溜筒河、牛栏江、西溪河等累计长度为 35 km,涉及四川省的宁南、布拖、金阳、昭觉、雷波和云南省的巧家、鲁甸、昭阳、永善等地区。

根据相关工程资料反映,溪洛渡水库蓄水至 540 m 高程时,水库影响区库岸失稳后危害性较大的区域有 23 处。监测专业针对库区滑坡安全监测开展了一系列设计工作。笔者仅对外观监测设计部分进行阐述。

根据工程现场的实际情况,结合 CATIA 软件特点,设计人员在外观设计时采用了以下途径:①定位测点→②检查测点位置→③查询测点情况→④计算→⑤导入 UDF 模型→⑥生成报表→⑦按照二维出图的路径开展工作。具体设计步骤如下:

(1) 本次设计采用缩小 1 000 倍的 surface 单层地质模型。由于原始地形模型为 0 + 250 km 范围的溪洛渡库区模型,其范围过大,为方便设计,在进行监测测点布置前,首先在地形曲面上选定滑坡的监测区域,生成地形曲面并对曲面进行发布,同时进入属性管理,对曲面进行定义,以方便后续设计。

(2) 在发布好的地形曲面上绘制表面变形测点并进入属性管理,按测点的位置及类型进行编号。对于布置好的测点,可按设计需要检查其布置的边界条件及通视条件。若发现有不满足要求的测点,根据实际情况更改边界条件或调整测点位置,一个测点可能需要调整数次才能满足设计要求,采用三

维可视化可为测点的调整提供便利条件。

(3) 由于单个库区滑坡的设计仅为表面变形测点的布置,不涉及外观控制网的计算,故本次三维外观设计在确定了所有测点坐标后,使用外观精度估算软件进行计算,对于点位精度不符合设计要求时则调整点位并重新计算,直至其合格为止。

(4) 监测外部变形测点的种类分为外部变形观测墩、水准工作基点、GPS 观测墩等,监测专业在工程前期已根据不同类型的监测测点建立了 UDF 模型并形成了 UDF 模型库,在三维设计时,只需选择 UDF 模型并导入地形曲面相应位置即可。对于导入后的 UDF 模型需检查该模型的方向、位置等参数是否符合设计要求。

(5) CATIA 三维外观设计最终的成果还是以二维图纸呈现。由于溪洛渡库区滑坡较多,在设计时,对于每个滑坡单独建立一个几何图形集,包括该滑坡的所有测点和滑坡范围的地形曲面。

(6) 在二维出图阶段,首先应利用地质模型建三维等高线、水位线等,根据设计二维图的要求,选择一个或多个几何图形集。进入二维出图模块,生成可表示出各滑坡相对位置的总布置图和单个滑坡测点监测布置图,并对图纸进行尺寸、测点编号等标注工作,以满足出图要求。由于三维模型和二维图纸模块具有相关性,在后期,若在三维模型中进行了设计更改,二维图纸可以同步自动调整而无需重复修改二维图(图 1、2)。

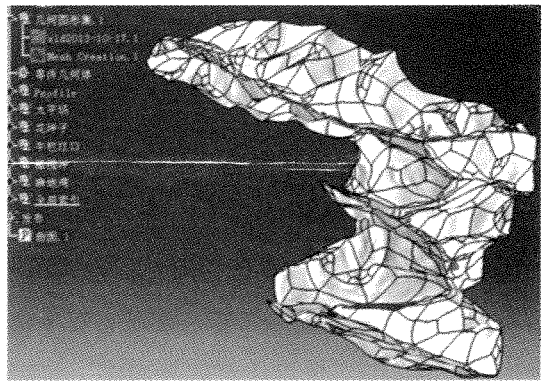


图 1 溪洛渡库区滑坡局部三维模型图

由 CATIA 生成的二维图纸也可另存为 Drawing1.dxf 文件,通过 Autocad 软件进行二维图纸的编辑。但该二维图纸与三维模型已不具有关联功能。

5 结语

CAITA 三维监测设计作为一种全新的设计

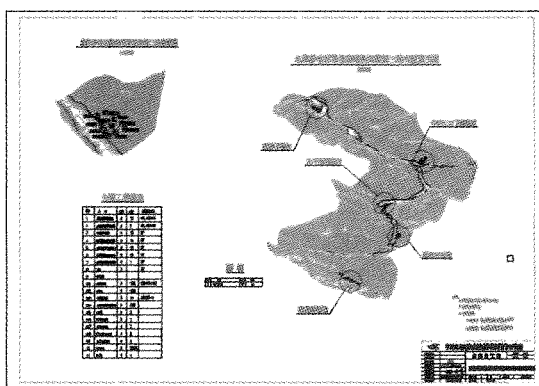


图2 溪洛渡库区局部二维出图

工作方法,大量消化、吸收了目前常用的二维设计中的经验,将三维的设计理念融入监测设计,从而提高了设计效率及精度。今后,可针对监测专业的特点,对 CAITA 平台进行二次开发,使监测三维设计工作进一步深化。

(上接第43页)

(4)对原洞段 $k1 + 862.9 \sim k1 + 855.419$ 进行清淤,满足设计高程。清理结束后,对原洞段 $k1 + 862.9 \sim k1 + 855.419$ 范围外增设锚杆($\varphi 25$, $L = 3$ m, 间排距 1 m)挂网喷护 15 cm。对洞脸下游侧三角体进行灌浆固结处理,间排距 1 m \times 1 m, 孔深 4.5 m。

(5)改线洞段按 V 类围岩施工,设置工字钢

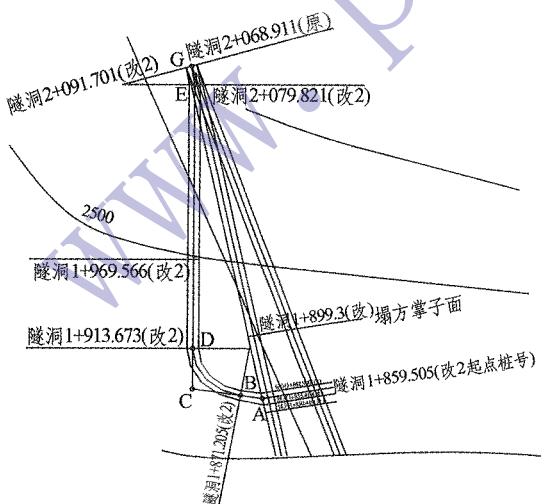


图2 第二次涌水塌方改线图

拱架(I14、间距 0.4 m)。增设超前支护锚杆

通过 CATIA 三维设计,可以直观地了解测点与地形地物、水工建筑物以及各测点之间的三维空间关系,使设计工作更为准确、快速。

通过测点的空间定位,设计者可以考虑多种设计方案,通过对比分析,优化设计方案,形成设计分析与设计优化一次完成,从而进一步强化了设计方案的合理性和可靠性。

由于三维设计过程及成果的可视化,可减少现场踏勘工作量,节约人力、物力,缩短设计周期,减少设计失误。

目前,三维设计取代二维设计已为大势所趋,其在国内水电工程监测行业的应用虽然起步较晚,软件的二次开发目前尚不够完善,但该软件对工程的实用性及其所具有的良好模型扩展功能可为用户提供一个崭新的设计平台,应用前景广阔。

作者简介:

李菁(1984-),女,四川成都人,助理工程师,学士,从事水电工程安全监测设计工作。(责任编辑:李燕辉)

($\varphi 25$, $L = 3$ m, 间距 0.4 m, 排距 2 m)。

在具体实施过程中,严格按上述方案施工,仅用了 5 d 时间就进入了正常的洞挖施工(图2)。

6 结语

(1)在隧洞施工过程中,地质情况的超前探测和预报十分必要,尤其是在不良地质段就显得极为重要,可用于指导施工,能有效保证施工安全和进度。

(2)小断面隧洞出现大方量涌水塌方情况时,采取改线绕过的施工方案因施工工序较为容易组织,可以大大缩短施工时间。

(3)在围岩强度低的开挖支护过程中,对拱圈范围采取超前锚杆、小导管固结的方式可以有效控制超欠挖并能杜绝塌方。

(4)在隧洞开挖支护过程中,设置排水孔十分必要,能完全释放出山体的内水压力,在地下水丰富的洞段,也是减少塌方的必要手段。

(5)在处理塌方的初始阶段,将岩石清理干净,素喷一层厚 $5 \sim 8$ cm 的混凝土后再进行后续处理是保证安全的必要措施。

作者简介:

代勋(1981-),男,四川乐山人,工程师,从事水电工程施工技术与质量管理工作。(责任编辑:李燕辉)