

AutoLISP 二次开发在压力钢管制造中的应用

高顺阶

中国葛洲坝集团第三工程有限公司, 陕西 西安 710000

[摘要] 文章介绍了 AutoLISP 的 CAD 二次开发在几个典型的压力钢管异形管节参数化放样中的应用, 参数化放样综合考虑了压力钢管异形管节的体型参数和工艺参数对展开曲线的影响, 从理论上消除了放样误差, 减少了压力钢管异形管节制造中的调整和校正工作, 提高了工作效率。

[关键词] AutoLISP; 压力钢管; 放样; 参数化

DOI: 10.33142/hst.v2i4.1059

中图分类号: TP391.72

文献标识码: A

Application of AutoLISP Secondary Development in Penstock Manufacturing

GAO Shunjie

China Gezhouba Group NO.3 Engineering Co., Ltd., Xi 'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract: This paper introduces the application of AutoLISP's CAD secondary development in the parameterized lofting of several typical special-shaped sections of penstock. The parameterized lofting comprehensively considers the influence of the shape parameters and process parameters of the special-shaped sections of penstock on the developed curve, theoretically eliminates the lofting error, reduces the adjustment and correction work in the manufacture of the special-shaped sections of the penstock, and improves the work efficiency.

Keywords: AutoLISP; penstock; lofting; parameterized

1 引言

压力钢管是水电站金属结构工程中的重要组成部分, 近年来, 随着诸多高水头水电站的兴建, 所采用的压力钢管的强度要求越来越高、厚度越来越厚, 使得压力钢管的制造难度越来越大。为了减少钢板卷制后的调整、校正工作, 提高放样精度就成了压力钢管施工工艺中不可忽视的环节。放样的通常做法是在计算机辅助绘图软件(如 AutoCAD)上绘制放样展开图, 通过几何方法或计算方法确定展开曲线上的点, 然后描点绘制出压力钢管的展开曲线。为了提高放样精度, 有时不得不增加展开曲线上的点的数量, 精度要求较高的往往需要描绘数百个点, 不仅工作十分繁琐, 而且特别容易出错。

AutoLISP 是一种用于 AutoCAD 二次开发的编程语言, 能够很好的与 AutoCAD 进行互动、操作图元, 经常被用来进行基于 AutoCAD 的专业辅助软件的开发。利用 AutoCAD 开发压力钢管参数化放样工具, 一方面能够有效提高放样精度, 从理论上将放样误差控制在合理可控的范围内, 另一方面杜绝了几何和计算放样的繁琐且易出错的问题, 大大提高了压力钢管放样的效率。

本文将介绍 AutoLISP 的 CAD 二次开发在几个典型的压力钢管异形管节参数化的放样中的应用。

2 应用背景

随着技术的进步, 自动化设备在水工金属结构制造中的应用越来越多。一般的直管节, 由于形状标准、焊缝平直, 已经很大程度上应用了半自动化和自动化制造工艺; 但对于异形管节, 由于各项尺寸参数根据工程条件而定, 难以实现自动化生产, 目前仍以数控火焰/等离子切割下料和打坡口、卷板机/压力机卷制成型、手工焊接工艺为主。

为了适应水工金属结构制造的工艺现状, 在异形压力钢管节的放样中就必须考虑生产工艺的影响。传统的铆工放样是以几何展开为基础而进行的, 若需要考虑工艺参数就无法进行精确计算, 只能凭借施工经验而进行适当地根据施工工艺对放样参数进行调整, 缺乏合理的计算依据。

在这种背景下, 采用 AutoLISP 对 CAD 二次开发参数化展开放样软件可以完美解决放样精度问题, 并可以根据施工工艺对展开曲线进行精确调整。

3 弯管的参数化放样

弯管是水电站压力钢管中的最常用的异形管节, 一般以等直径的弯管最为常用。由于直径相等, 弯管展开后呈平

直状态，因此，弯管的展开放样方法就比较简单，从周长方向进行等分并求出每个等分线上的母线长度即可得出展开曲线的坐标。采用 AutoLISP 编制的水工压力钢管弯管放样工具界面如图 1 所示，使用时只需要按照要求输入相应的体型参数和工艺参数，再点击相应的按钮即可生成体型图和展开图。



图 1 弯管参数化放样程序界面

3.1 体型参数

要确定等直径弯管的体型只需要确定以下 5 参数：①管节直径；②管壁厚度；③转弯半径；④偏转角度；⑤管节数量。采用这 5 个参数，基本上能够确定所有等直径弯管的体型图。

3.2 工艺参数

根据弯管制造的工艺不同，可分为两大类，即：卷制弯管和轧制弯管。由于卷制弯管在制作时，外表面发生拉伸、内表面发生压缩，所有的放样尺寸均以中性层为准；而轧制弯管在制作时，不同展开面上的展开周长不同，且不需要进行纵缝的焊接。因此，两类弯管需要采用不同的工艺参数。

卷制弯管展开放样的工艺参数主要包括：①展开份数；②坡口位置；③焊缝位置；④压延系数。由于需要卷制和焊接，工艺参数主要考虑了规范要求的焊缝错开距离，环缝焊接工艺要求的不对称坡口，以及卷制过程中钢板发生的压延，最大限度的减少了卷制后的调整和校正。

轧制弯管展开放样的工艺参数主要包括：①划线位置；②展开份数；③坡口位置。由于轧制弯管不需要卷制和纵缝焊接，其工艺参数主要考虑了环缝焊接工艺要求的不对称坡口，以及划线位置对展开曲线的影响，为现场制造带来了更多的便利。

4 岔管的参数化放样

岔管是水电站压力钢管中的较常用的异形管节，而制造加工相对容易、对水流态影响较小的公切球锥形岔管最为常见。公切球锥形岔管的每个管节均为锥形，展开后的形状为扇形，对展开扇形的圆心角进行等分并求出每个等分线上的母线长度即可得出展开曲线的坐标。采用 AutoLISP 编制的水工压力钢管岔管放样工具界面如图 2 所示，使用时只需要按照要求输入相应的体型参数和工艺参数，再点击相应的按钮即可生成体型图和展开图。

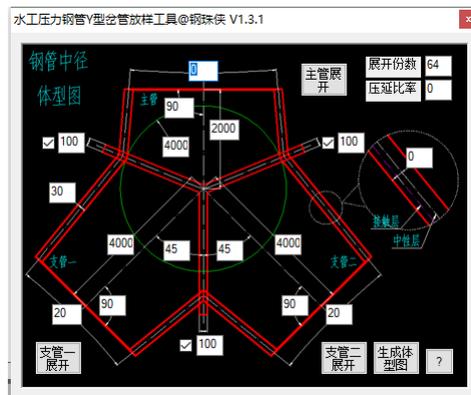


图 2 岔管参数化放样程序界面

4.1 体型参数

压力钢管岔管结构一般包括 1 主管和 2 个支管，由于 3 个管节的尺寸可能均有差异，因此，相比于弯管来说就需要更多的体型参数。对于公切球锥形岔管，要确定体型首先必须确定以下参数：①公切圆直径；②管节锥度（主管/支管）；③管节长度（主管/支管）；④管口角度（主管/支管）；⑤管口偏转角度（主管/支管）；⑥加劲肋厚度（主管/支管）。采用这些参数，基本可以囊括公切球锥形岔管的各种情况。

4.2 工艺参数

为了满足工程现场的施工需要，岔管的参数化放样还需要考虑以下工艺参数：①展开份数；②坡口位置；③压延系数。工艺参数主要考虑了环缝焊接工艺要求的不对称坡口，以及卷制过程中钢板发生的压延，从理论上消除了压力钢管岔管的放样误差，能够有效提高制造精度。

5 方圆渐变管的参数化放样

方圆渐变管是水电站压力钢管中的常用结构，多用于进水口的钢衬。由于方圆渐变管的体型为渐变型曲面，不是弯管、岔管等管节的标准曲面，因此，通常采用三角形法进行展开。采用三角形法进行放样的最大缺点就是存在累积误差，消除累积误差的唯一方法就是增加展开份数，而采用 AutoLISP 开发的展开软件几乎可以无限增加展开份数，因而可以从理论上消除因展开份数不足而造成的累积误差。采用 AutoLISP 编制的水工压力钢管方圆渐变管放样工具界面如图 3 所示，使用时只需要按照要求输入相应的体型参数和工艺参数，再点击相应的按钮即可生成体型图和展开图。

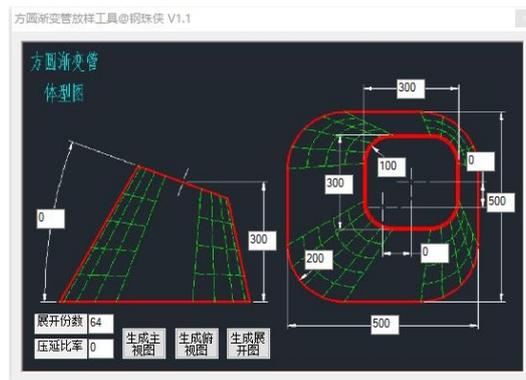


图 3 方圆渐变管参数化放样程序界面

5.1 体型参数

方圆渐变管的主要特点是渐变曲面，要确定方圆渐变管的体型必须确定以下参数：(1)顶口尺寸（长、宽、倒角半径）；(2)底口尺寸（长、宽、倒角半径）；(3)顶底面偏移尺寸（长轴偏移、短轴偏移）；(4)顶底面夹角。这些参数适用于压力钢管方圆渐变管的一般情况，基本满足现场制造的需求。

5.2 工艺参数

由于方圆渐变管的各个面上的各向异性，从理论上讲其环缝无法采用不对称坡口，因此方圆渐变管的参数化放样的工艺参数仅包括：(1)展开份数；(2)压延系数。工艺参数仅仅考虑了卷制过程中钢板发生的压延的影响，同时建议应尽可能地提高展开份数以减少累积误差，提高放样精度。

6 结语

采用 AutoLISP 对 CAD 进行二次开发的展开放样软件，一方面能够精确地计算展开曲线上的每一个点的坐标，基本上可以从理论上消除放样误差，并且能够一键生成体型图和展开图，很大程度上提高工作效率；另一方面也充分考虑水工金属结构制造业的工艺特点，结合施工工艺对放样曲线进行调整，最大限度地减少调整和校正工作，有效地节约了制造成本。

[参考文献]

[1] 高顺阶, 张建中, 刘桂芳. 水电站压力钢管锥形岔管放样参数化研究[J]. 水电站压力管道——第八届全国水电站压力管道学术会议, 2014(01): 08.

[2] 李斌. 基于 AutoLISP 的 AutoCAD 二次开发在钣金展开软件开发中的应用与研究[D]. 江苏: 南京理工大学, 2013.

作者简介: 高顺阶 (1986-), 汉族, 男, 中国葛洲坝集团第三工程有限公司工程师。