

基于MATLAB的凸轮轮廓曲线设计

丁昊昊, 牛成亮, 蒋超猛, 龚伟
西南交通大学机械工程学院, 四川成都 611756

摘要 凸轮机构的运动设计主要包括从动件运动规律的确定和凸轮轮廓曲线的设计等。通常是先确定从动件的运动规律, 然后根据从动件的运动规律确定凸轮的轮廓曲线。本文是在从动件运动规律确定的情况下, 利用 MATLAB 强大的数据处理功能来确定凸轮轮廓曲线。本文以尖底直动从动件盘形凸轮为例, 对其凸轮轮廓曲线进行设计。结果表明: 在从动件运动规律确定的情况下, 利用 MATLAB 软件, 可以很方便的得到相应的轮廓曲线。

关键词 凸轮机构; 凸轮轮廓曲线; MATLAB

中图分类号 TP31

文献标识码 A

文章编号 1674-6708 (2011) 48-0176-02

1 凸轮轮廓曲线参数方程的建立

1.1 盘形凸轮轮廓曲线

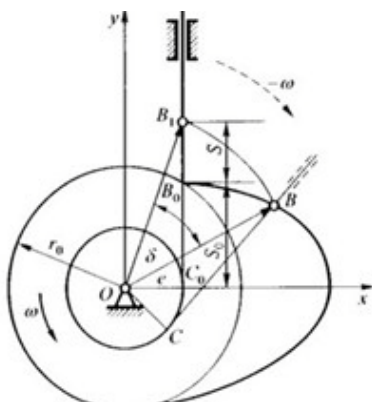


图 1

1) 如图 1 所示为偏置尖底直动从动件、凸轮逆时针方向转动的情况。偏距 e 、基圆半径 r_0 和从动件运动规律已给出。

假想凸轮固定不动, 则机架按 $-w$ 方向转动, 这种运动称为“反转运动”。从动件做复合运动, 以从动件上与凸轮接触的点 B 为动点, 静止坐标系固结于凸轮上, 动坐标系固结于机架上。动点 B 对于机架的相对运动为直线运动, 机架对于凸轮的牵连运动为 $-w$ 方向的转动, 动点 B 对于凸轮的绝对运动所产生的轨迹便是凸轮的轮廓曲线。

如图 1 所示 B_0 点是从动件处于最低位置时动点 B 的位置, 设此点为凸轮轮廓曲线的起始点, 当凸轮转过角度 δ 以后, 从动件上升距离 s , 动点 B 从 B_0 点上升到 B_1 点。

然后将 B_1 以 O 点为圆心转过 $-w$ 角度便得到 B 点位置。利用平面矢量旋转矩阵便可得到 B 点位置坐标。

整理得到凸轮轮廓曲线上的点 B 的坐标与凸轮转角之间的关系。

2) 对心平底直动从动件、凸轮顺时针转动的情况。类似于偏置尖底直动从动件、凸轮逆时针方向转动的情况, 对心平底直动从动件盘形凸轮的基圆半径和从动件运动规律已经给出。

对于平底直动从动件盘形凸轮机构, 利用“反转运动”和从动件运动规律, 可以得到平底运动所得到的直线族, 直线族的包络线就是凸轮的轮廓曲线。需要注意的是包络线与平的切点并不总是在平底与从动件运动导路上。

当凸轮顺时针方向转动一定角度时, 凸轮的轮廓与平的接触点便是凸轮和从动件的速度顺心。由此便得到凸轮与从动件的接触点位置, 然后通过平面矢量旋转矩阵便可得到凸轮和从动件的接触点位置与转角的关系。

3) 对心滚子直动从动件、凸轮逆时针转动的情况。类似于对

心平底直动从动件、凸轮顺时针转动的情况, 对心滚子直动从动件盘形凸轮的基圆半径、滚子半径和从动件运动规律已经给出。

与平底直动从动件凸轮轮廓曲线设计类似, 利用“反转运动”和从动件运动规律可以得到滚子中心的运动轨迹, 再以此轨迹为圆心, 滚子半径为半径可以得到滚子运动所形成的圆族, 此圆族的包络线便是凸轮的轮廓曲线。

1.2 其它凸轮类型轮廓曲线

1) 移动凸轮、凸轮向左运动的情况。类似于盘形凸轮的情况, 凸轮移动速度 v , 从动件在最低点时凸轮的高度从动件运动规律已经给出。

假想凸轮不动, 则机架向右运动, 运动速度大小为 v , 则从动件做复合运动。以从动件上从动件和凸轮的接触点 B 为动点, 静坐标系固结于凸轮上, 动坐标系固结于机架上, 则动点 B 相对于机架的相对运动为竖直方向的直线运动, 机架相对于凸轮的牵连运动为水平方向的直线运动, 动点 B 相对于凸轮的绝对运动产生的轨迹便是移动凸轮的凸轮轮廓曲线。

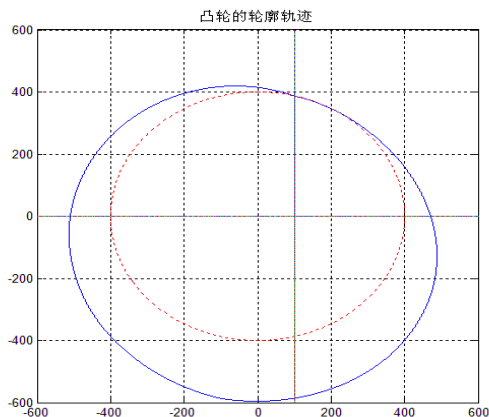
2) 圆柱凸轮的情况与移动凸轮的情况类似, 只需将得到的凸轮的轮廓曲线帖附在特定的圆柱上, 具体过程不在赘述。

2 实验示例

1) 以偏置尖底直动从动件、凸轮逆时针方向转动的情况为例, 取 $r_0=400\text{mm}$, $e=100\text{mm}$, 行程 $h=200\text{mm}$, 从动件运动规律如下:

$$\begin{cases} s = 200 \left[\left(\frac{\delta}{\pi} \right) - \frac{1}{2\pi} \sin(2\delta) \right] & (0 \leq \delta \leq \pi) \\ s = -\frac{200}{\pi} \delta + 400 & (\pi \leq \delta \leq 2\pi) \end{cases}$$

2) MATLAB 编程求解及图形显示



```
tulun=@(x) (200*((x./pi)-1)/(2*pi)*sin(2*x)).*(x>=0&x<=pi)+(-200/pi*x+400).*(x>=pi&x<=2*pi);
i=1;
```

↓↓ (下转第174页) ↓↓

因此改善该部分的围岩状况对提高隧道的稳定性是极为重要的。同时作为超前支护,超前小导管以低角度打设的方式沿隧道外轮廓平行打入掌子面前方围岩,可有效约束围岩的松弛变形,防止崩塌掉块。

超前支护基本是借助构件的抗弯刚度发挥作用,因此采用抗弯刚度大的构件是有利的,对于单管超前支护,一般采用34mm~48mm的钢管,以30cm~60cm的间隔和 5° ~ 30° 的仰角打入,打入长度一般为掘进进尺的2倍~3倍。

2) 径向小导管

小导管注浆不仅是掌子面稳定的对策,还可充分运用于改善隧道周边围岩的稳定性。对于径向小导管注浆,是在隧道开挖后径向打入隧道拱部及边墙,并向周边围岩压注浆材料,其设计、施工、原理及效用与超前小导管基本相同。

3.1.3 锚杆

锚杆是隧道施工过程中维护围岩稳定,保证施工安全的重要支护手段之一,施工完成后,在一定程度上还可以作为永久支护结构的一部分发挥作用。对于软弱围岩中的隧道施工,锚杆能有效限制约束围岩变形,制止围岩强度的恶化,其加固作用,可使围岩中松动区的节理裂隙及破裂面等得以联结,使锚固区围岩形成整体加固带,大幅提高围岩强度,同时锚杆群可有效提高层状围岩的层间结合力,以提高隧道的整体稳定性。

锚杆施工中,要合理确定锚杆参数,充分发挥群锚作用,避免不配置垫板、布置不合理、砂浆充填不密实及长锚短打等现象发生。

3.2 塌方处理效果

本次塌方处理从7月24日开始,至9月底处理完毕,整个处理过程历时2个多月,实际注浆量224.0m³。注浆完毕后,开挖情况显示,坍塌泥岩破碎体及土石松散体相当于凝结成一个低标号的混凝土整体,隧道拱部也具备了自稳能力,经量测资料分析,

坍塌体处于稳定状态,从开挖支护到二次衬砌,塌方段再没有发生变形和下沉等安全质量事故,完全达到了塌方处理的预期目的,这同时也说明了处理方案选择的正确与合理性。

4 结论

在隧道施工的整个工程中,一旦发生火灾性事故,不仅延误工期、大幅度提高工程费用,同时如处理不当,还会遗留工程质量后患,甚至出现人生伤害,但由于隧道施工地质条件的不断变化,当一些不能预计到的突发现象发生时,应采取各种应变措施,按照安全、优质、高效、投资节约的总原则对事故进行处理,这就是动态施工管理的本质含义。

在软弱围岩中的隧道施工,导致塌方的原因虽然是多种多样的,但如果在施工管理和技术上加以认真地改善,遵循“先预探、管超前、预注浆、短进尺、弱爆破、强支护、早封闭、勤量测、快反馈、紧衬砌”的施工原则,加强超前地质预报和监控量测信息反馈,及时调整设计参数,就会使塌方事故得到有效控制,因此要更多地从施工方面去分析塌方的原因,如由于抢工期心切而忽略地质因素;片面追求进尺而不及及时封闭断面或不及及时跟进衬砌;在出现塌方迹象时不采取或被动采取辅助措施;破碎岩层中不设超前支护或支护不到位等,都是造成塌方或是塌方扩大的原因。

参考文献

- [1] 关宝树, 杨其新. 地下工程概论[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2001.
- [2] 铁道部. 铁路隧道工程施工技术指南(TZ 204-2008)[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2008.
- [3] 铁道部. 铁路隧道喷锚构筑法技术规范[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2002.
- [4] 铁路工程施工技术手册——隧道(上、下册)[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2003.

↑(上接第177页)↑

的同时铁芯处于不稳定状态,结果输出的 Δe 数据自然不稳定。

经过分析,认为此原因极有可能就是固体潮曲线里产生毛刺的主要原因。于是2007年9月20日10时左右将差动变压器线圈重新调整使铁芯正处于中心平衡位置。调整之后,没过多长时间固体潮曲线里的毛刺现象消失了,如图4。

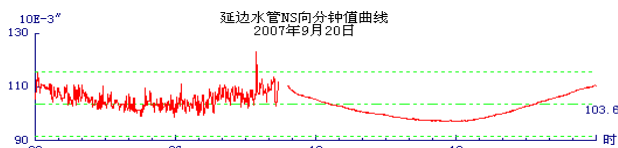


图4 维修后的水管仪NS向分钟值图

3 结论

在DSQ型数字水管倾斜仪运行当中,固体潮曲线里出现毛刺

的现象比较多,此现象产生的原因也是多方面的,比如仪器超过正常工作电压范围、外部各种环境的干扰因素、仪器电路故障等等。在诸多原因当中像上述问题是容易被忽视的。可见差动变压器线圈中铁芯处于中心平衡位置是保证仪器灵敏度和精度的关键之一。

参考文献

- [1] 罗兰格, 曾炬, 侯建明, 孙玉海. 地震综合计算预报[J]. 中国地震, 1985.
- [2] 国家地震局预测预防司. 地壳形变分析预报方法[M]. 北京: 地震出版社, 1998.
- [3] 时振梁, 张少泉, 等. 地震工作手册[M]. 北京: 地震出版社, 1992.
- [4] 王曰凤, 张秀萍, 等. 怀来地震台线应变观测中的干扰及消除方法[J]. 地震地磁观测与研究, 2007.

↑(上接第176页)↑

```
for x=0:0.001:2*pi
    w(:,i)=[cos(x) sin(x) ;-sin(x) cos(x)]*[100;sqrt(400^2-100^2)+tulan(x)];
    i=i+1;
end
plot(w(1,:),w(2,:))
grid on
title ' 凸轮的轮廓轨迹 '
```

3 结论

利用MATLAB软件的数据处理和图形显示功能,在给定盘形凸轮基圆半径 r_0 、偏心距 e 、移动凸轮运动速度 v 、从动件运动规

律的情况等条件下,很容易得到相对应的凸轮轮廓曲线。在得出轮廓曲线的基础上,方便设计者对凸轮上出现的不光滑、尖点等问题进行分析、修改和优化。同时, MATLAB软件和机械原理和机械设计的结合,补充和丰富了机械原理的教学内容。

参考文献

- [1] 谢进, 万朝燕, 杜立杰. 机械原理[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [2] 郝桐生. 理论力学[M]. 3版. 高等教育出版社.
- [3] 杨廷力. 机械系统基本理论——结构学、运动学、动力学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.