

一种门板位置可调零件的设计应用

李顺 芦刚 李伯汉

(中国电子科技集团公司第四十五研究所 北京 100176)

摘要: 本文主要介绍了一种弯板零件的尺寸设计关系,该零件常用于钣金类柜体组合部件中。由于钣金门板类零件的加工误差,导致装配时的实际位置与图纸设计的理论位置有一定的偏差,影响美观并导致质量不合格。而如果报废门板重新加工,既消耗时间又浪费成本,所以设计中通常采用可调方式来固定门板。本文所介绍的弯板零件属于众多可调设计方案中的一种,利用水平方向的移动量来改变门板固定后垂直方向的位置,使门板与其相邻零件能够平齐。通过阐述零件各尺寸之间的关系,为该零件的设计和应用提供参考。

关键词: 门板;位置可调;弯板零件;设计应用

0 引言

以常见的柜体中的门板零件为例,其外形在折弯后,不仅线性公差存在误差,而且相邻两边的垂直度、相对两边的平行度都存在误差。如果钣金加工中对直边控制不足,往往一款在设计时是长方形的截面在加工后可能会成为平行四边形。在进行设备外观设计时,通常都会是多个钣金门板等零件拼接在一起,由于钣金加工的误差,甚至是尺寸偏差,导致实际装配后门板与其各相邻零件之间存在过大或者过小的缝隙,以及不平齐、错位的情况。通常导致相邻钣金门板之间的缝隙出现由宽变窄的情况,或者当相邻两个门板缝隙对齐后,上下侧面出现高低不平齐的状况。不平齐或者缝隙太大影响美观,缝隙太小可能导致无法安装使用。由于钣金零件误差不易控制,往往实际加工后的零件与理论设计的零件尺寸上相差很多。如果偏差太大致使零件报废返工。

图1所示是一种常见的钣金柜体结构,图中右侧为柜体,左侧为可拆卸的门板,常见于机柜下部,拆卸式的门板便于内部检修,节省了开门所占用的空间,通过其他零件使其贴附、挂靠在柜体外侧。装配起来的门板由于钣金零件加工的误差,造成与理论位置存在一定的偏差。理论设计中,门板与柜体的上端是平齐的,但是图中加工成型的门板,门板高度尺寸偏小,导致装配后出现了如图所示的偏差。反之亦然,当加工后门板高度尺寸偏大时,依旧会导致装配后的偏差,此时门板上端将会高出柜体。所以,这一类结构在设计时,都会采用某一可调机构来固定门板,由于调节量的存在使门板位置能够根据需要进行调节,来弥补这一偏差。

调节装配时门板的高低、左右位置,将过大的偏差均布平衡,使外观能够美观一致,避免了直接报废门板带来的成本与时间的损失。可调机构的方案有很多种,本文介绍其中一种弯板形式的调节零件,结合使用,通过分析设计尺寸为实际应用提供参考。

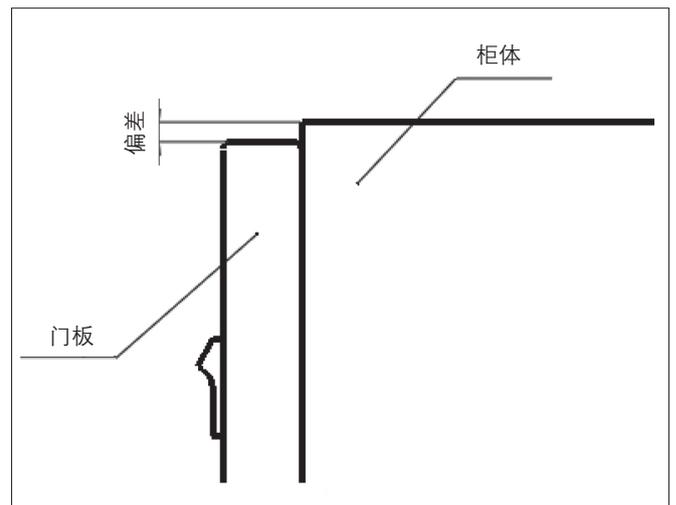


图1 门板与柜体之间的偏差

1 零件介绍

图2所示为一种常用的门板柜体组合的内侧示意图。图中左侧零件为钣金门板,门板零件焊接有两处挂耳,挂耳作用是将门板悬挂在弯板零件上,对门板的上下位置进行限位。挂耳侧边与弯板零件之间存在微小缝隙,可微调门板左右位置,同时也对门板左右位置进行限位。门板零件周边位置与柜体接触,对门板的前后位置进行限位。右侧为柜体内部空间示意,弯板零件依靠紧固件安装在柜体内部底板上(2处)。虚线框内的所示零件为该弯板零件的放大示意,通常利用钣金折弯

即可加工。该零件上加工了2处用来安装固定的长槽孔，通过长槽孔的作用，其在安装时能够调节自身的前后位置，由于其位置的变化，导致门板与弯板零件的接触位置产生变化。通过调节弯板的安装位置来弥补由于加工误差造成的门板位置不理想的情况，使用时，该零件可左右调整位置，然后使用紧固件穿过长槽孔将其紧固在柜体上，长槽孔的尺寸决定了其左右移动量。由于门板零件与该弯板零件接触位置是其斜面，所以，当该弯板零件水平移动时，其斜面的同一垂直方向的高度就会发生变化，这是一种通过水平位置的改变控制与其接触零件垂直位置变化的方式。当门板零件除上下方向外的其他方向均已固定后，弯板零件前后移动时，其斜面位置发生的变化致使门板挂耳与其接触位置也会发生变化，进而导致门板发生高低位置的变化。

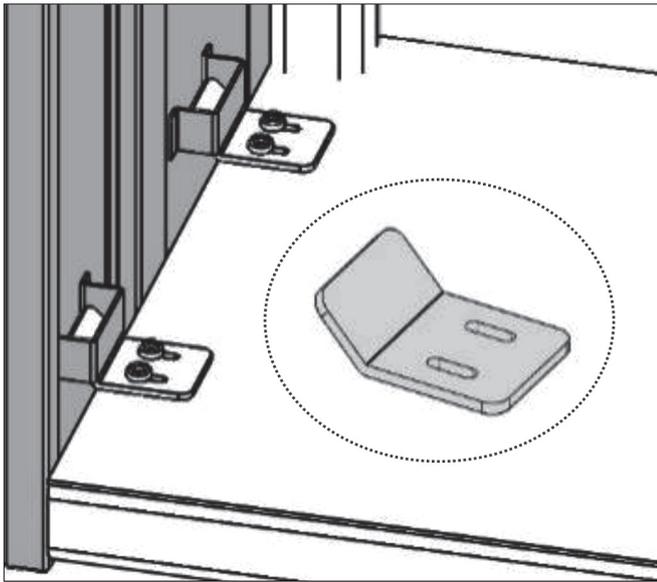


图2 弯板零件及装配位置

这种装配结构，对柜体的结构有一定的约束。通常情况下，为了使弯板零件固定在柜体底板上，采用的是螺纹紧固。考虑到美观、易安装因素，需要在柜体地面上加工螺纹来和紧固件螺钉配合，而不是采用螺栓螺母的方案，因为螺栓螺母组合起来安装不方便，需要更多的空间。当柜体底板可以加工螺纹时，柜体底板就不能只是很薄的一层底板。一般会装有焊接螺母，或者采用较厚的板材。零件各处的设计尺寸，将会对门板零件的高低位置产生什么影响，与门板挂耳的尺寸之间存在什么样的尺寸联系，如何合理地选择该零件的设计尺寸，接下来将进一步分析研究。

2 理论尺寸计算

图3是柜体与门板组合结构的横截面示意图，图中

左侧为门板截面，右侧下方为柜体内腔中的底面示意，弯板零件固定在底面之上，门板贴附在柜体外侧，依靠门板上的挂耳悬挂在弯板零件上。实线为理论设计时，柜体、门板及弯板零件的理想安装位置。虚线挂耳为门板在垂直方向上可向上、向下移动的极限位置，弯板零件的虚线为随着门板移动到垂直方向的上下极限时弯板零件所在的位置。为了便于表达出理论计算值，此处忽略零件折弯圆角等因素。

零件各尺寸含义如下：弯板零件的厚度尺寸为 n ；零件折弯角度为 θ （斜边与水边面之间的锐角）；零件斜边长度为 L ； $X1$ 、 $X2$ 分别为弯板零件由于长槽孔可调节，在其安装面上，向右、向左分别能移动到的位置； $Y1$ 、 $Y2$ 分别为当弯板零件水平移动时，导致门板向上及向下移动到的位置； $Y3$ 是门板位于最低位置时，与弯板零件的接触点距离弯板零件平面（不可调的极限范围）的尺寸，可视为设计时保留的余量尺寸；同样， $Y4$ 为门板处于最高位置时，与弯板零件斜边极限位置保留的尺寸； m 为弯板零件向左移动到极限时，与门板之间的保留尺寸； g 是门板中挂耳的一处尺寸，是从门板内侧面到门板挂耳与弯板零件接触点之间的水平距离； k 值用于之后的理论计算，其值由 n 、 θ 限定，图示位置中 k 表示弯板零件最左侧的点与弯板零件最高位置的点水平距离。其中 $Y3$ 、 $Y4$ 、 m 值，均为考虑到各零件加工误差以及装配误差时，预留的空间位置，其值越小，越可节约设计空间，但是当各值过小而整个组合体误差太大时，将导致弯板零件失去调节作用，也可能产生门板滑出的危险（ $Y4$ 尺寸影响）。

通过分析图3，可得出弯板零件 n 、 L 、 θ 及 $X1$ 、 $X2$ 这几处关键尺寸与其他尺寸之间的数学函数关系：

弯板零件所需向右的移动量：

$$X1 = Y1 \cdot \cot \theta \quad (1)$$

弯板零件所需向左的移动量：

$$X2 = Y2 \cdot \cot \theta \quad (2)$$

弯板零件斜边长度理论设计尺寸：

$$L = (Y1 + Y2 + Y3 + Y4) / \cos \theta \quad (3)$$

计算过程所需的 k 值：

$$k = n \cdot \sin \theta \quad (4)$$

门板上的挂耳内侧水平尺寸：

$$g = m + X2 + X1 + k + Y4 \cdot \cot \theta \quad (5)$$

在实际中， $Y1$ 、 $Y2$ 、 $Y3$ 、 $Y4$ 、 m 是根据设计需要指定的， n 可通过负载计算得出所需数值。

弯板零件向左移动到极限位置时，依然完全位于柜体零件之上。这里需要先根据理论计算来设计弯板零

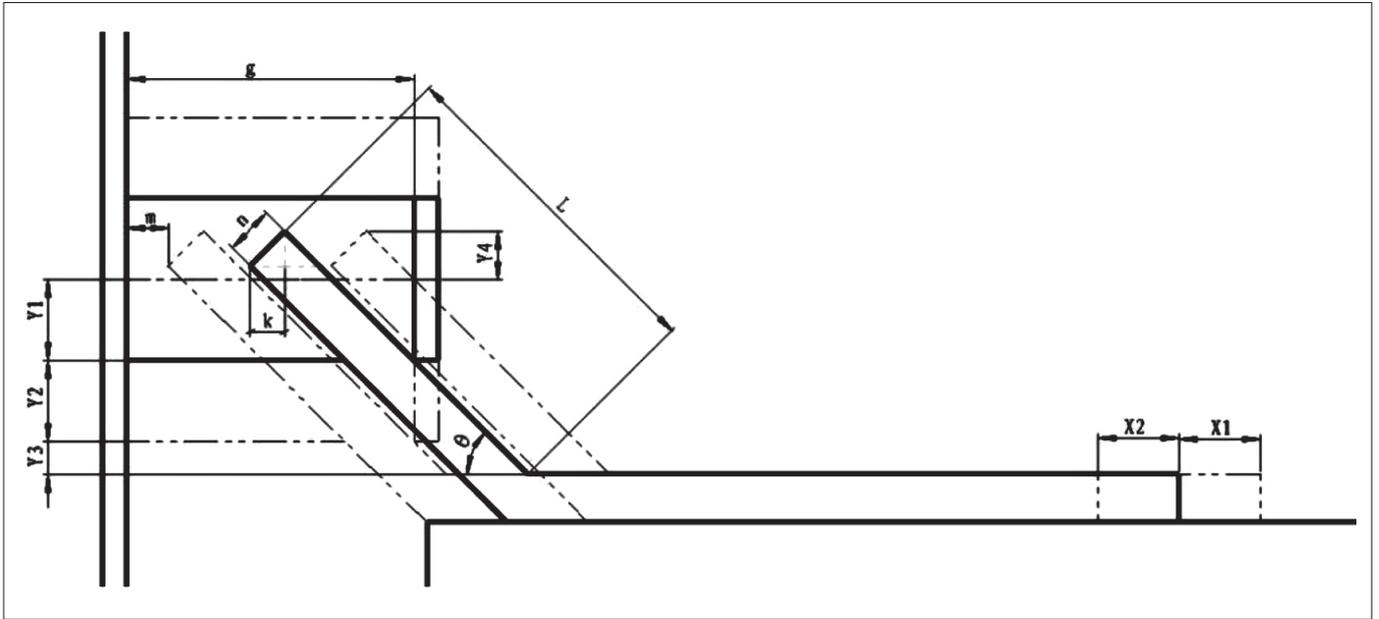


图3 弯板零件尺寸设计

件的各处尺寸，然后通过长槽孔的位置来确定柜体上安装弯板零件的螺纹孔或螺钉间隙孔的最佳理论位置。当考虑到零件的外观因素，弯板零件的水平边长度尺寸不是很长时，如果弯板零件移动到左极限时，已部分悬空到柜体左侧，则可推断出柜体上的孔位置的已经非常靠近柜体边缘了，太靠近边缘则影响强度，实际应用中应考虑这一因素。这种通过弯板零件调节门板位置的方式，其优势在于可弥补装配时各门板及周边钣金零件之间的不平整现象，使零件精度要求中对钣金门板加工的外形要求不再过分严格。由于该弯板零件是有钣金折弯加工成型，所以可以二次调整弯曲角度，通过改变折弯角度来影响对门板高低位置变化的调整量。但该种设计方案美中不足的是，弯板零件需要占用柜体内部空间，并且由于挂耳与弯板零件频繁接触甚至有滑动摩擦，则弯板零件表面容易损伤。

3 实际应用分析

接下来通过工作中遇到的一个实例，来进一步解析弯板零件尺寸设计尺寸。在一次柜体设计中，弯板零件采用3mm厚的板材进行钣金加工， $n=3\text{mm}$ 。综合加工及装配因素，现需要门板实现上下各5mm的调节余量，即 $Y1=Y2=5\text{mm}$ 。将Y3处余量保留为2mm，即 $Y3=2\text{mm}$ ，考虑到弯板零件自身的加工误差，Y4处的尺寸保留为3mm， $Y4=3$ ， m 尺寸是为了放置门板干涉弯板零件移动到极限位置，结合加工及装配的误差，将其定位2mm，即 $m=2\text{mm}$ 。为了使弯板零件在使用过程中，左右移动的尺寸能更直观地反应门板上下变动的

尺寸，这里将 θ 暂且定为 45° ， 45° 折弯也是钣金加工折弯中常用的弯角。这样就可计算得出：

$$\begin{aligned}
 X1 &= Y1 \cdot \cot \theta = 5 \cdot \cot 45^\circ = 5 \text{ (mm)} \\
 X2 &= Y2 \cdot \cot \theta = 5 \cdot \cot 45^\circ = 5 \text{ (mm)} \\
 L &= (Y1+Y2+Y3+Y4) / \cos \theta \\
 &= (5+5+2+3) / \cos 45^\circ \approx 21.2 \text{ (mm)} \\
 G &= m+X2+X1+k+Y4 \cdot \cot \theta \\
 &= 2+5+5+3 \times \sin 45^\circ \approx 17.1 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

根据 $X1=X2=5\text{mm}$ 可知，弯板零件长槽孔长度尺寸为10mm即可。考虑到钣金柜体的误差，其为固定弯板零件而加工的螺纹孔位置前后也会产生偏差，所以将长槽孔长度加长到15mm，此时可充分保证弯板零件左右移动范围一定大于5mm，因此可相应设计出弯板零件水平方向的尺寸。在现实应用中，钣金件由于采用的是薄板类，可折弯，所以当角度不满足使用需求时，可通过二次折弯的方式修正该弯板零件。根据门板所需调整量或需要的调整精度，来重新折弯角度，这也是这种结构中该零件的一个优势。根据函数关系式， θ 越小，则门板垂直方向移动单位距离时，弯板零件水平方向移动的距离也就越大，这样能更精确地调整门板零件的高度，但是随之而来也会使弯板零件的水平方向占用更多的空间；如果 θ 太大，虽然弯板零件水平方向设计的尺寸可以减小，但是会导致弯板零件水平移动量对门板垂直方向的移动量影响较大，装配时不易控制，装配难度增加。而且，当 θ 太大时，门板自身重力分解成的水平方向的力也就越大，此时固定弯板零件所需的紧固力也就越大（受摩擦力影响）。在设计中，

门板总厚度尺寸值要求较小时,如果依然采用图示中弯板零件左右移动时的装配位置,则必须考虑到 g 值的尺寸。由于门板尺寸较薄,所以将导致 θ 值必须变大,否则会限制门板高低可调节的移动范围。一扇门板的固定使用到了两个弯板零件,每个弯板零件可独立调整各自的水平移动量,当二者水平移动的位置不一致时,可导致门板安装以后出现倾斜。利用这一现象,可适当地对临边不垂直的门板进行微调,在调节门板高度的基础上,适当地倾斜竖直边,能够达到两块相邻门板之间的缝隙美观一致的需求。

4 结语

文中弯板零件的结构,是利用了柜体内部的空间,通过调整弯板零件水平方向的左右位置,影响到

钣金门板固定时的上下高低位置。弯板零件设计时,需要结合门板位置尺寸、重量和零件装配位置综合考虑,不可一味地将该种结构使用到各种门板调整的设计中。该类门板弯板结构,已在诸多柜体结构中应用,本文旨在通过其设计时的尺寸结构分析,列举其计算过程和计算方法,为同类设计使用时提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 张岗. 钣金件加工工艺的优化设计[J]. 建材发展导向(下), 2019,17(09):209.
- [2] 余德忠, 徐向炫. 钣金件多工位装配尺寸误差建模分析与仿真[J]. 中国机械工程, 2013,24(17):2331-2336.

(上接第7页)

箱门上设置有与控制电路板模块电连接的上升按钮、下降按钮、工作指示灯和电量显示屏,箱体的外侧壁设置有转换开关、60V插座和380V插座,蓄电池的输出电压可以为60V或者380V且通过转换开关进行切换,箱体的底部设置有多个线缆接口。当需要对隧道人防门防淹门进行应急提升或者下降时,通过箱门上的上升按钮和下降按钮即可进行操作,而工作指示灯可以显示此时的工作状态,电量显示屏可以很直观地观察到蓄电池的剩余电量,而转换开关可以对蓄电池的输出电压进行切换,整个操作对象全部集中到箱体上,在实际应急处理中操作更加方便。

工作指示灯位于上升按钮和下降按钮之间,工作指示灯、上升按钮和下降按钮三者位于同一水平线上,电量显示屏位于工作指示灯的正上方。工作指示灯和电量显示屏的上述位置设计,操作人员能更直观地看到,并且可以结合上升按钮和下降按钮进行操作,操作更加方便。

3 结语

通过本文介绍的方案,主起升电机和备用起升电机

通电后均能为收卷滚筒提供正转、反转的机械能,然后通过定滑轮和钢丝绳,可以稳定地驱使人防门防淹门的门扇升降,当主起升电机因特殊故障不能正常通电时,还可以通过电源控制箱启动备用起升电机,发生紧急情况时,不影响地铁隧道人防门防淹门的正常升降,设计更加合理,可以代替人工手摇的传统操作方式。

参考文献:

- [1] 田江泽, 袁代光, 赵继平. 地铁区间人防门的安全性分析[J]. 机械制造, 2019,57(12):89-91+127.
- [2] 石光, 邢万里. 结构构件在人防工程中的设计要点分析[J]. 建筑结构, 2020(S02):107-111.

作者简介:周宗仁(1990-),男,汉族,湖北咸宁人,本科,工程师,研究方向:起重机械;尹继安(1975-),男,汉族,湖北咸宁人,本科,研究方向:起重机械;周冬青(1964-),男,汉族,湖北咸宁人,硕士研究生,正高级工程师,研究方向:起重机械;石伟民(1963-),男,汉族,湖北咸宁人,中专,研究方向:起重机械。