

实木柜类家具变尺定制中排孔规则探究

王宁¹, 王强¹, 郝景新¹, 李军², 孙德林¹

(1.中南林业科技大学 材料科学与工程学院, 长沙 410004;

2.南京林业大学 家居与工业设计学院, 南京 210037)

摘要: **目的** 为了提高实木柜类家具在变尺定制生产中排孔的合理性、通用性、准确性, 对其排孔规则进行探究。**方法** 采用因果分析法、实践论证法、文献研究法。**结果** 分析总结了 4 个实木柜类家具定制变尺过程中的排孔问题和需求, 包括零件在长宽高上的变尺需求、确定产品变尺范围需求、确定结构排孔信息需求、自动化加工与人工加工排孔契合需求; 提出了四条相应的排孔规则, 即距离边部排孔规则、分中规则、偶数孔规则、反向确定孔规则。以一个典型的电视柜进行设计实践论证, 并进行了实际应用中的优缺点对比总结。**结论** 四条排孔规则具备一定的合理性、通用性和准确性, 对定制实木柜类家具的工业化生产和设计具有一定的参考意义。

关键词: 定制实木柜; 变尺定制; 排孔规则; “32 mm” 系统

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)08-0320-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.08.042

Drilling Rules in the Customization of Solid Wood Cabinet Furniture

WANG Ning¹, WANG Qiang¹, HAO Jing-xin¹, LI Jun², SUN De-lin¹

(1.College of Materials Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 2.College of Furnishings and Industrial Design, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

ABSTRACT: In order to improve the rationality, versatility and accuracy of drilling for solid wood cabinet furniture in variable-length custom production, this paper uses causal analysis, practical research, and literature research methods to analyze and summarize the drilling requirements in the custom production of four solid wood cabinet furniture: the variable size requirements of parts in terms of length, width and height, determination of product variable size range requirements, determination of structural drilling information requirements, automated processing and manual processing drilling matching requirements. Then the four rules for arranging holes were proposed: the rules for arranging holes from the edge, the rules for arranging holes from the middle, the rules for even-numbered holes, and the rules for reversely determining holes. Taking a typical TV cabinet as an example, the paper demonstrates the design practice and summarizes the advantages and disadvantages in practical application. The four hole row rules have certain rationality, versatility and accuracy. It has certain reference significance for the design and production of customized solid wood cabinet furniture.

KEY WORDS: customized solid wood cabinet; customization; drilling rules; "32mm" system

早期由于多排钻和机械制造规范的要求, 家具制造企业形成了统一的“32 mm 系统”钻孔体系。“32 mm 系统”及其相关的五金件在装配上能实现快装、待装, 在结构上能自由组合, 在功能上能适度调节和扩展^[1],

还可以降低运输成本, 使家具在运输方面更方便、快捷^[2], 因此被用于各种板式家具和部分实木家具的产生中。但随着制造技术的进步, 家具生产中钻孔不再局限于多排钻, 可以自由地使用数控加工中心进行钻

收稿日期: 2021-04-08

基金项目: 中南林—四海家具设计与智造研究生创新实践基地建设项目 (18A156)

作者简介: 王宁 (1994—), 男, 研究生, 主要研究方向为家具设计与制造。

通信作者: 郝景新 (1982—), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为家具结构与制造。

孔加工, 这使生产钻孔具有灵活性和自由性。同时经中国定制家居产业自主创新, 转型升级^[3], 研发出定制板式家具生产制造体系, 开拓了巨大的定制家具市场。随着人们生活水平的提高, 对家居的追求也越来越趋于个性化和定制化^[4]。随着定制板式家具的发展和应用, 定制家居市场也从“板式”向“实木”延伸^[5]; “个性化定制”与“柔性化生产”提供了一种全新的信息化制造模式^[6-7], 所以定制板式家具“设计-拆单-排产”这一系统的制造体系也在逐步地过渡到定制实木家具生产上, 尤其是定制实木柜类家具的生产。另外, 由于房屋户型尺寸的多样性, 导致在实木柜类家具定制生产中, 变尺寸定制生产是最基本的定制需求, 同时, 现代实木柜类家具对三合一、圆棒榫、四合一、铰链等利于工业化生产的五金连接件的使用越来越广泛, 致使实木柜类家具定制生产中的排孔需求和问题越来越突出。现阶段实木柜类家具变尺定制生产没有科学、规范、统一的排孔规则^[8-10], 因此分析总结出具备合理性、通用性、准确性的排孔规则对其设计生产有着重要影响^[11]。文中对实木柜类家具变尺定制生产中排孔需求及排孔规则进行了分析和探究。

1 实木与板式柜类家具排孔区别

1.1 五金及排孔类别

实木柜类家具采用的三合一、圆棒榫、四合一等五金件, 与传统的板式家具所用五金略有不同。由于实木柜类家具结构强度要求, 通常会使用加强型的五金件, 如带螺纹的金属预埋螺母, 预埋螺母加长直径加大、加强型连接杆, 月牙螺母等。这就使其与板式家具排孔信息有所不同。

1.2 零件及结构排孔区别

板式柜类家具生产大都采用板件排孔, 可以全部

使用多面钻数控排孔加工, 实木柜类家具生产中, 整板板件可以使用多面钻数控排孔加工, 但框嵌板结构与异形件等无法达到数控加工要求的零部件, 则需使用多排钻人工排孔加工。

1.2.1 框嵌板结构排孔

采用三合一、圆棒榫等五金连接件生产的实木柜类家具与板式家具最大的区别之一是其特有的框嵌板结构, 包括柜门、侧板、顶板、层板、底板、背板等都可以存在框嵌板结构, 框嵌板框条与芯板加工过程中需要铣型、拉槽、斜切、夹框、齐边、打磨、涂装油漆等不同于板式家具, 需额外反复的加工工艺。其中不仅需要在夹框工艺之前, 排夹框结构孔, 还需要在齐边工艺之后, 排预埋螺母孔、偏心轮孔、连接杆孔、圆棒榫孔等。而板式柜类家具都是整板结构, 仅需要锯切-封边-排孔即可完成加工。

1.2.2 异形件排孔

实木柜类家具比板式家具更能通过丰富的造型、形态体现出其材质美和结构美。这就使实木柜类家具在加工生产中存在一些异形件加工, 这些异形件需要锯形, 立铣、吊镂、雕刻、车削、打磨、涂装油漆等相对复杂的加工工艺, 在完成这些异形件造型形态的加工后, 再进行多排钻人工排孔, 与常规板件接合, 形成连接结构。而板式柜类家具, 板件多面钻数控排孔后即完成加工, 不同板件即可形成连接结构。

2 变尺定制生产中的排孔需求

2.1 零件在长宽高上的变尺需求

定制产品在长宽高变尺尺寸生产过程中, 所有零件都需要在其长宽高 3 个方向上分配各自合理的变尺比例生产, 所以零件的孔位需要随着零件尺寸的改变而发生改变(保证结构强度), 见图 1。

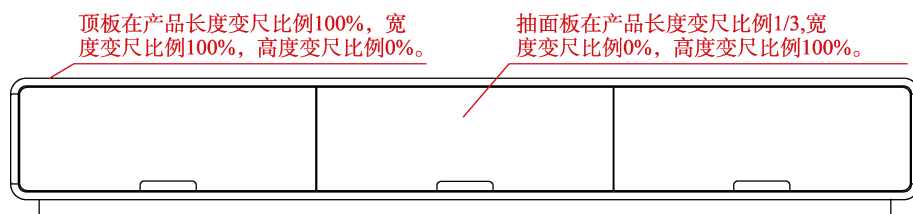


图 1 顶板与抽面板的变尺分配比例

Fig.1 Variable scale distribution ratio of top board and draw board

2.2 确定产品变尺范围需求

变尺定制并不意味着产品尺寸可以无限制地变化定制, 只有确定了类型产品变尺范围(如电视柜类产品长宽高变尺范围是多少), 才能有效地保证设计排孔资料的合理性、通用性、准确性。

2.3 确定结构排孔信息需求

确定了类型产品单一结构排孔类别和个数(如顶

板与侧板采用什么连接结构及其孔位个数), 才能在零件变尺定制生产中, 确定零件排孔信息, 并保证其合理性、通用性、准确性, 再根据变尺尺寸的不同, 设定其中一个可以变化的孔间距来满足零件尺寸变化的需求。

2.4 自动化加工与人工加工排孔契合需求

实木柜类家具生产过程中会有许多异形件和小

料件钻孔。小料件钻孔使用数控加工,会因为零件过小无法吸附固定零件,导致跳刀、崩料等加工问题,所以小料件钻孔要使用人工加工。异形件钻孔因为不符合设备加工要求必须使用人工加工,而人工多排钻加工,排孔需要满足孔间距为 32 mm 的倍数。此外,为了保证生产效率,板件钻孔需要使用数控加工,那么在板件与异形件和小料件有接合结构时,就产生了板件数控钻孔与人工钻孔孔位契合的需求。这就需要孔间距为 32 mm 的倍数,保证人工钻孔效率,同时还要保证数控与人工钻孔相契合的排孔规则要求。

3 排孔规则

3.1 距离边部排孔规则

由于三合一、四合一、圆棒榫等家具连接结构的特点,导致实木柜类家具在变尺生产过程中,一些边部位置必须有结构连接才能保证结构强度,这就需要在这些位置始终存在结构孔,所以距离边部排孔是必要的排孔规则之一。根据不同家具厂生产所用板材的厚度及结构特点,可以确定若干个距离边部排孔的距离,见图 2。记板件的长为 l , 宽为 w , 厚为 h (蓝标尺寸为可变尺寸), 则有距离边部排孔距离 X 、 Y , 定制零件可变尺距离 N (N 距离间孔位个数可以根据结构类型确定), 其中 $X=0.5h$, Y 由产品结构类型决定为固定值, $N=(w-2Y)/2$ 。

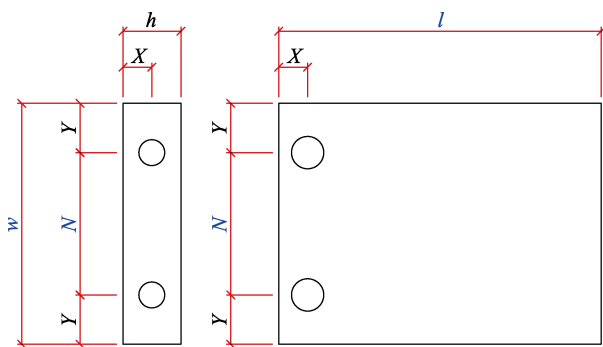


图 2 距离边部排孔规则
Fig.2 Drilling rules for distance edge

3.2 分中规则

分中规则指的是从零件加工面的中心出发,分别向两端排孔。分中规则需要确定孔位的类别、个数和间距,这就意味着分中规则永远是以零件中心位置为中心进行排孔,保证了内部连接结构的强度。但分中规则存在局限性,在定制变尺寸生产过程中,孔位技术资料若不进行人工修改,分中规则孔位会出现:零件加长生产,边部长距离没有孔位,零件变短生产,边部原有孔位缺失等严重影响产品结构的问题。所以为了保证排孔规则的合理性、通用性、准确性,分中规则通常适用于零件变尺范围较小或不变尺方向,孔

间距要保证为 32 mm 的倍数,常用于异形件和小料件的排孔,见图 3。记板件的长为 l , 宽为 w , 厚为 h (蓝标尺寸为可变尺寸), 则有偶数孔分中 $w=2Y+3*n*32$, 奇数孔分中 $w=2Y+2*n*32$, 其中 Y 为板件宽度可变尺寸,所有孔间距均 32 mm 的倍数。

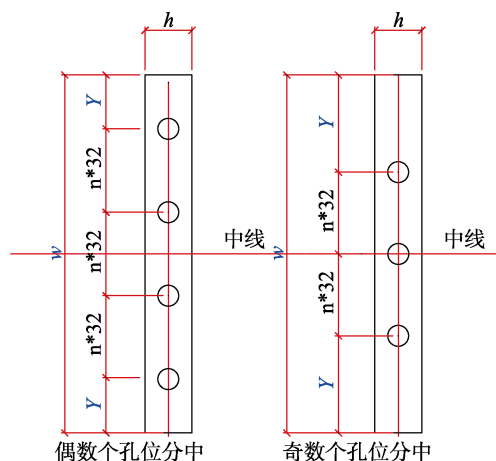


图 3 分中规则
Fig.3 Rules for drilling from the middle

3.3 偶数孔规则

在变尺寸生产孔位技术资料不修改的前提下,奇数孔个数会因为零件尺寸的改变而导致孔位分布不均,孔间距改变的问题,不符合排孔的合理性、准确性、通用性要求。采用偶数个孔和距离边部排孔规则,在变尺寸生产过程中,孔位均匀分布两边,距边部距离和孔个数固定,孔间距为 32 mm 的倍数 (人工加工与自动化加工契合), 只有居中两孔的间距变化。人工打孔也无需调机,采用工件掉头打孔就可保证生产效率,见图 4。记板件的长为 l 宽为 w , 厚为 h (蓝标尺寸为可变尺寸), 则有 $w=2Y+2*n*32+N$, 孔个数为偶数, 其中 N 为板件宽度可变尺寸, 图左为板件原尺寸, 图右为宽度增加 a 之后的零件变尺尺寸。

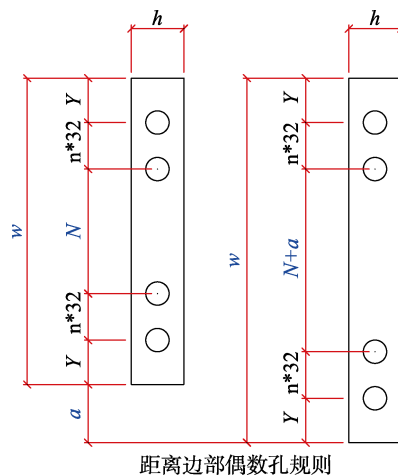


图 4 距离边部偶数孔规则
Fig.4 Even hole rule for distance edge

3.4 反向确定孔规则

家具生产中,连接结构在一定程度上确定了相接合零件的孔位信息,这就保证了零件的孔位具有一定的匹配性,可以根据一个零件的孔位信息反向确定与之接合零件的孔位信息,常用于与异形件和小料件相接合的零件,见图 5。三合一与圆棒榫孔位匹配信息,其中记板件的长为 l , 宽为 w , 厚为 h (蓝标尺寸为可变尺寸), 则有 $w=N+2Y$, Y 为距离边部固定值, N 为板件宽度可变尺寸。

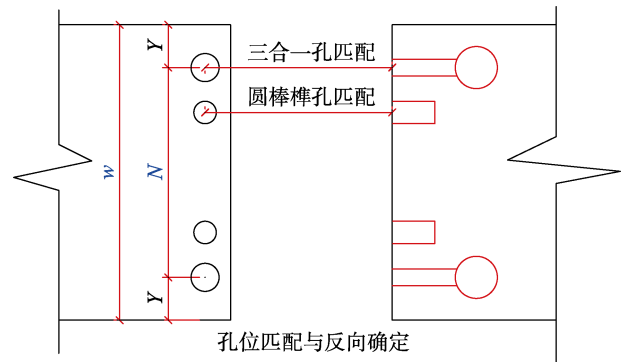


图 5 孔位匹配信息
Fig.5 Hole matching information

3.5 排孔需求与排孔规则的主要关系

表 1 排孔需求与排孔规则的主要关系总结
Tab.1 The relationship between drilling requirements and drilling rules

排孔规则	变尺排孔的需求	需求决定的规则
①距离边部排孔规则	1. 零件在长宽高上的变尺需求	①③
②分中规则	2. 确定产品变尺范围需求	①③
③偶数孔规则	3. 确定结构排孔信息需求	②③
④反向确定孔规则	4. 自动化加工与人工加工契合需求	①④

4 设计实践论证

柜类家具基本部件主要包括: 顶板、底板、层板、侧板、背板、柜门、抽屉等。根据这些部件及以上排孔需求和排孔规则, 下面以一个内部具有柜门、层板、抽屉 3 种相对全面常见结构的实木电视柜 (1 500 mm*500 mm*420 mm) 进行设计实践论证 (顶底板和柜门为框嵌板结构, 柜门框条属于异形件需要型边、铣嵌板槽、铣拉手槽、斜切等加工工艺)。具体以顶板、左侧板、柜门板、层板、抽拉档、中侧板这 6 个具有代表性的板件加以详细说明, 体现出排孔规则在变尺寸定制生产过程中一直适用, 见图 6。

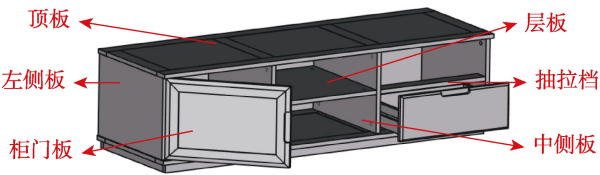


图 6 电视柜应用举例
Fig.6 Application example of TV cabinet

顶板的俯视排孔图, 蓝色标注为可变尺寸, 底板板件排孔与顶板类似, 见图 7。

1) 产品长度尺寸变尺。顶板侧框和中挺均采用分中规则排孔, 再根据反向确定孔规则, 确定前后框上的孔位。在产品长度变尺定制过程中, 侧框和中挺的孔位信息一直无变化, 具有唯一确定性, 再根据侧框位于边部, 中挺位于三等分处的特点, 反向确定前后框上的孔位, 保证产品在长度方向上改变时, 板件孔位信息的合理性、通用性、准确性。

2) 产品宽度尺寸变尺。顶板与侧板连接孔位采用距离边部排孔规则和偶数孔规则, Y_1 和 Y_2 表示距离边部尺寸, N 表示可变尺寸, Y_2 尺寸 100 mm 既满足了柜门板厚度尺寸 18 mm 预留, 还避免了与侧框圆棒榫孔位的干扰, Y_1 尺寸 20 mm 满足了背板尺寸 5 mm 的预留。产品在宽度变尺寸定制过程中, 仅有 N 尺寸 188 mm 的改变满足整个板件宽度的改变, 保证孔位信息的合理性、通用性、准确性。

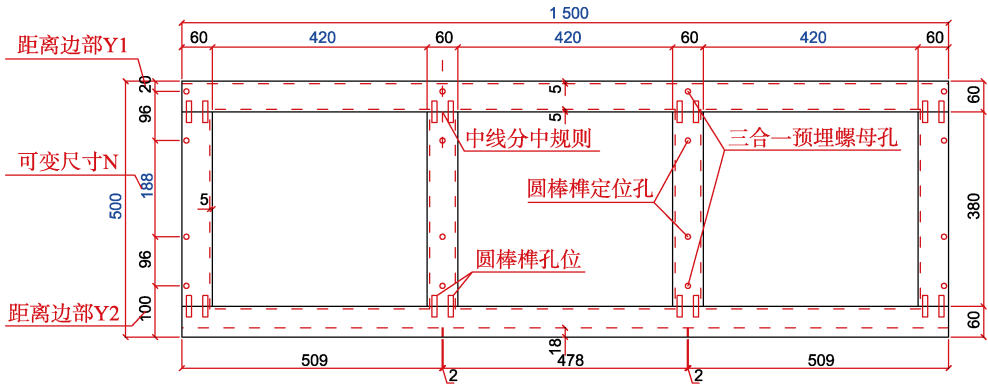


图 7 顶板排孔
Fig.7 Top plate row holes

左侧板与顶底板、柜门板,右视图排孔关系,蓝色标注为可变尺寸,见图8。右侧板排孔与之类似。

1) 产品宽度尺寸变尺。左侧板与顶底板连接孔位采用距离边部排孔规则和偶数孔规则,孔位信息变化同顶板在产品宽度尺寸变尺,并与之有反向确定孔规则关系。

2) 产品高度尺寸变尺。铰链定位孔采用距离边部排孔规则和偶数孔规则,距边部距离为 54 mm 保证了铰链位置的合理性;可变尺寸为 178 mm,满足板件在产品高度尺寸上的变尺,从而保证产品在高度尺寸上变尺时,左侧板孔位信息的合理性、通用性、准确性。

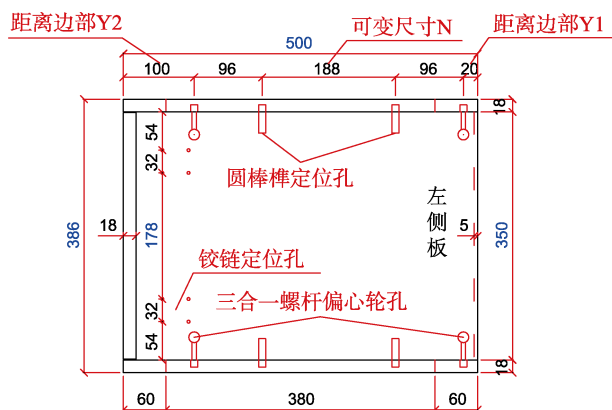


图8 左侧板排孔

Fig.8 Left side row holes

柜门板右视图排孔,蓝色标注为可变尺寸,见图9。

1) 产品长度尺寸变尺。柜门上下框长度尺寸的改变,即可满足产品在长度尺寸上的定制。其中柜门上下框尺寸变化比例为产品长度尺寸改变的 1/3。

2) 产品高度尺寸变尺。铰链孔定位采用距离边部排孔规则和偶数孔规则,孔位信息变化同左侧板在高度尺寸变尺,并与之有反向确定孔规则关系。

柜门框均采用 45°斜接的方法,其连接孔位——圆棒棒孔位均采用分中规则,具有唯一确定性。

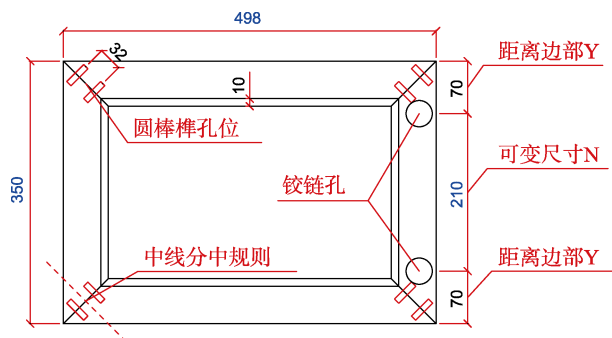


图9 柜门板排孔

Fig.9 Cabinet door panel row holes

层板俯视图排孔,蓝色标注为可变尺寸,见图10。

1) 产品长度尺寸变尺。板件的长度尺寸为 476 mm

改变来满足产品长度方向尺寸改变,且尺寸变化比例为产品长度尺寸改变的 1/3。

2) 产品宽度尺寸变尺。板件两侧三合一圆棒棒孔位采用距离边部排孔规则和偶数孔规则, Y 表示距离边部尺寸, N 表示可变尺寸, Y 尺寸为 60 mm 满足了层板三合一孔位位置的合理性。产品在宽度变尺寸定制过程中,仅有 N 尺寸 102 mm 的改变满足整个板件宽度的改变,保证孔位信息的合理性、通用性、准确性。

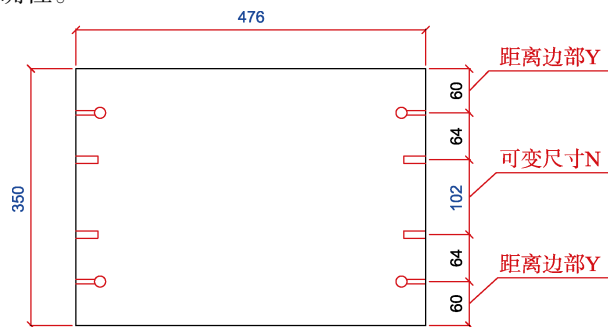


图10 层板排孔

Fig.10 Layer board row holes

抽拉档俯视图排孔,蓝色标注为可变尺寸,见图11。

1) 产品长度尺寸变尺。通过板件的长度尺寸 476 mm 改变来满足产品长度方向尺寸改变,且尺寸变化比例为产品长度尺寸改变的 1/3。

2) 产品宽度尺寸变尺。抽拉档尺寸不影响产品宽度尺寸变尺。

抽拉档板件三合一孔位,采用分中规则排孔,具有唯一确定性,可以根据抽拉档孔位位于侧板 1/2 处的特点,反向确定侧板孔位,保证侧板上抽拉档三合一预埋螺母孔的合理性、通用性、准确性。



图11 抽拉档排孔

Fig.11 Drawer frame row holes

中侧板左视图排孔,蓝色标注为可变尺寸,见图12。

1) 产品宽度尺寸变尺。板件上下与顶板接孔位采用距离边部孔规则和偶数孔规则,孔位信息变化同顶板在宽度尺寸变尺。板件中间部位孔位同样采用距离边部排孔规则和偶数孔规则,孔位信息变化同层板在产品宽度尺寸变尺。

2) 产品高度尺寸变尺。板件高度尺寸 350 mm 的改变,满足产品在高度尺寸上的变尺。板件中间层板孔位始终居中,保证层板位置的准确。

变尺排孔规则与传统排孔规则在变尺定制生产中,排孔资料修改次数的对比,体现出可以提高设计生产效率和提高设计生产资料准确性的优势,见表2。

表 2 排孔资料修改次数对比（以电视柜为例）
Tab.2 Comparison of modification times of drilling data(E.g. TV cabinet)

结构类别	90°接框嵌板	顶底板与侧板		铰链框条与侧板		层板与侧板		拉档与侧板		45°接框嵌板
板件类别	前后框	顶底板	侧板	铰链框条	侧板	层板	侧板	拉档	侧板	框条
传统排孔规则	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
变尺排孔规则	各零部件排孔资料修改次数均为 0 次									

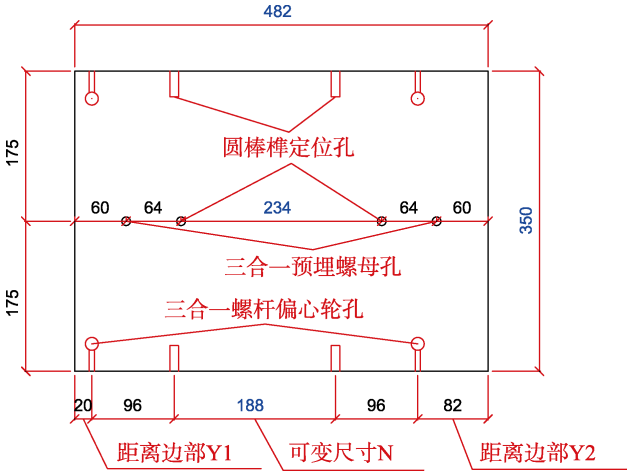


图 12 中侧板排孔
Fig.12 Middle side plate row holes

5 排孔规则应用总结与优缺点对比

5.1 排孔规则应用总结

根据定制实木柜类家具生产过程中需要钻孔工艺零件的特点及接合方式，将排孔类别分为，板件与板件接合排孔、条形零件与板件接合排孔、条形零件与条形零件接合排孔三大类，见表 3—5。并根据工厂实际生产实践，通过表 3—5 进行具体说明和总结。（宽度方向大于 100 mm 的为板件，小于 100 mm 的为条形零件）。

5.2 排孔规则优缺点对比

通过对比可以发现，传统排孔规则利于常规产品批量化加工生产，变尺排孔规则适用于定制变尺化生

表 3 板件与板件接合排孔总结
Tab.3 Summary of panel to panel joint hole arrangement

编号	板件一	板件二	钻孔类别	可适用规则	
1（例图 8）	顶板	侧板	三合一孔 圆棒棒孔	顶板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
				侧板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
2（例图 10）	层板	侧板	三合一孔 圆棒棒孔	层板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
				侧板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
3（例图 12）	中侧板	顶底板	三合一孔 圆棒棒孔	中侧板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则； 反向确定孔规则
				顶底板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
4（例图 12）	中侧板	层板	三合一孔 圆棒棒孔	中侧板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
				层板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则； 反向确定孔规则
5（例图 9）	柜门板	侧板	铰链孔	柜门板	距离边部排孔规则； 反向确定孔规则
				侧板	距离边部孔规则
6	抽面板	抽前板	木螺钉孔	抽面板	距离边部孔规则
				抽前板	距离边部排孔规则； 反向确定孔规则

表 4 条形零件与板件接合排孔总结
Tab.4 Summary of joint hole arrangement between strip parts and panels

编号	条型零件	板件	钻孔类别	可适用规则	
1 (例图 11)	抽拉档	侧板	三合一孔 圆棒榫孔	抽拉档	分中规则； 反向确定孔规则
				侧板	距离边部排孔规则
2	底框条	侧板	三合一孔 圆棒榫孔	底框条	分中规则； 反向确定孔规则
				侧板	距离边部排孔规则
3	背框条	侧板	三合一孔 圆棒榫孔	背框条	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
				侧板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
4 (例图 9)	柜门框条	侧板	铰链孔	柜门框条	距离边部排孔规则； 分中规则； 反向确定孔规则
				侧板	距离边部排孔规则； 分中规则
5	抽侧板	侧板	木螺钉孔 木导轨槽	抽侧板	距离边部排孔规则； 分中规则； 反向确定孔规则
				侧板	距离边部排孔规则； 分中规则
6	型边条	侧板顶底板	三合一孔 圆棒榫孔	型边条	距离边部排孔规则； 偶数孔规则； 反向确定孔规则
				侧板顶底板	距离边部排孔规则； 偶数孔规则

表 5 条形零件与条形零件接合排孔总结
Tab.5 Summary of joint hole arrangement of strip parts and strip parts

编号	零件一	零件二	钻孔类别	可适用规则	
1 (例图 9)	柜门横框	柜门竖框	圆棒榫孔	柜门横框	分中规则； 距离边部排孔规则
				柜门竖框	分中规则； 距离边部排孔规则
2 (例图 7)	框嵌板前后框	框嵌板侧框	圆棒榫孔	框嵌板前后框	分中规则； 距离边部排孔规则
				框嵌板侧框	分中规则； 距离边部排孔规则
3 (例图 7)	框嵌板前后框	框嵌板中挺	圆棒榫孔	框嵌板前后框	分中规则； 距离边部排孔规则
				框嵌板中挺	分中规则； 反向确定孔规则

续表 1

编号	零件一	零件二	钻孔类别	可适用规则	
4	型边条	条框	圆棒榫孔	型边条	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
				条框	距离边部排孔规则； 偶数孔规则
5	抽盒前后板	抽盒左右板	圆棒榫孔	抽盒前后板	分中规则； 距离边部排孔规则
				抽盒左右板	分中规则； 距离边部排孔规则
6	脚架横撑	脚架竖撑	圆棒榫孔 三合一孔 四合一孔	脚架横撑	距离边部排孔规则； 反向确定孔规则
				脚架竖撑	距离边部排孔规则； 反向确定孔规则
7	横撑	腿/脚	圆棒榫孔 三合一孔 四合一孔	横撑	距离边部排孔规则； 反向确定孔规则
				腿脚	距离边部排孔规则； 反向确定孔规则

表 6 排孔规则优缺点对比
Tap.6 Comparison of advantages and disadvantages of drilling rules

对比方面	传统排孔规则	变尺排孔规则
人工加工	完全符合“32 mm”系统，保证人工加工效率，但需要根据订单和具体产品排孔	一定程度上符合“32 mm”系统，虽然人工加工略显麻烦，但所有产品均可以按统一排孔规则
数控加工	根据订单或具体产品信息排孔	所有产品均可以按统一规则排孔
常规产品生产	同一款产品可批量化排孔，效率高	所有常规产品可以分组加工统一排孔
定制变尺生产	每次都需要根据定制信息重新设计排孔资料	所有变尺定制产品排孔规则无需改变
生产效率	常规产品批量化生产效率高，定制变尺生产效率降低	常规产品批量化生产效率略低，定制变尺生产效率提高

产；传统排孔规则适用于传统的根据订单中具体产品生产加工的制造模式，而变尺排孔规则在一定程度上契合成组加工技术、延迟制造技术等现代化生产技术，利用成组加工技术、延迟制造技术等进行批量生产，可以达到降低生产系统的复杂程度，提高生产效率，缩短生产周期的效果^[12-14]。

6 结语

中国家具制造业随着时代的脚步正在不断发展创新，并朝着“工业 4.0”和“中国制造 2025”的方向不断努力前进^[15]。实木家具工业化变尺定制生产已经是大势所趋，根据实木柜类家具变尺定制生产的特点，文中分析归纳了零件在长宽高上的变尺需求、确定产品变尺范围需求、确定结构排孔信息需求、自动化加工与人工加工排孔契合需求，这四条排孔需求；总结提出了距离边部排孔规则、分中规则、偶数孔规

则、反向确定孔规则，这四条具有合理性、通用性、准确性的排孔规则，并进行了实践论证。归纳总结了实际应用中的优缺点。对实木柜类家具变尺定制化生产具有一定的参考意义。

参考文献：

[1] 关惠元. 现代家具结构讲座 第五讲：板式家具结构——32 mm 系统及其应用[J]. 家具, 2007, 28(5): 53-61.
GUAN Hui-yuan. Modern Furniture Structures 5th Chapter: RTA Furniture Structure: 32 mm System and Its Application[J]. Furniture, 2007, 28(5): 53-61.

[2] 金秀, 郝景新, 吴新风, 等. 实木家具的拆装式结构实现路径探究[J]. 林产工业, 2020, 57(1): 54-57.
JIN Xiu, HAO Jing-xin, WU Xin-feng, et al. Implementation Methods of Knock-down Structure for Solid Wood Furniture[J]. China Forest Products Industry, 2020, 57(1): 54-57.

- [3] 刘晓红. 中国定制家居行业的现状与发展要素分析[J]. 家具与室内装饰, 2017(6): 17-20.
LIU Xiao-hong. Analysis of Current Situation and Development Factors of Customized Home Furnishing Industry in China[J]. Furniture & Interior Design, 2017(6): 17-20.
- [4] 潘莉. 板式定制家具设计的效率研究[J]. 包装工程, 2010, 31(12): 19-21.
PAN Li. Research on Efficiency of Panel Custom Furniture Design[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(12): 19-21.
- [5] 王安正, 关惠元. 面向大规模定制的实木家具产品设计标准化研究[J]. 家具与室内装饰, 2018(10): 56-59.
WANG An-zheng, GUAN Hui-yuan. Study on Standardized Product Design of Solid Wood Furniture for Mass Customization[J]. Furniture & Interior Design, 2018(10): 56-59.
- [6] 吴智慧. 工业 4.0 时代中国家居产业的新思维与新模式[J]. 木材工业, 2017, 31(2): 5-9.
WU Zhi-hui. New Thinking and New Models of the Chinese Home Furnishings Industry in the Industry 4.0 Era[J]. China Wood Industry, 2017, 31(2): 5-9.
- [7] 李军. 家具柔性化生产的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2004.
LI Jun. The Study of Furniture Flexible Production[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2004.
- [8] 郝景新, 刘文金. 基于减少钻孔调机次数的衣柜旁板孔位标准化研究[J]. 林业机械与木工设备, 2011, 39(11): 25-27.
HAO Jing-xin, LIU Wen-jin. Study on Hole Standardization of Wardrobe Side Boards to Reduce the Adjustment Frequency of Drilling Operation[J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2011, 39(11): 25-27.
- [9] 叶望. 柜类定制家具设计研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2018.
YE Wang. Design and Research of Cabinet Custom Furniture[D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2018.
- [10] 任淑琴, 赵东杰. 实木定制柜类家具标准化设计探究[J]. 居舍, 2019(35): 90-92.
REN Shu-qin, ZHAO Dong-jie. Research on standardized Design of Solid wood Custom Cabinet Furniture[J]. Residential Quarters, 2019(35): 90-92.
- [11] 陈慧敏. 板件钻孔模式的优化研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2010.
CHEN Hui-min. The Optimization of the Drilling Pattern for Panel Furnitures[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2010.
- [12] 郝景新, 吴新风, 唐志宏, 等. 定制家具的成组制造模式分析[J]. 林产工业, 2017, 44(8): 51-52, 56.
HAO Jing-xin, WU Xin-feng, TANG Zhi-hong, et al. Group Manufacture Mode Analysis of Customized Furniture[J]. China Forest Products Industry, 2017, 44(8): 51-52.
- [13] 熊先青, 刘慧, 庞小仁. 大规模定制家具柔性制造系统构建与关键技术[J]. 木材工业, 2019, 33(2): 20-24.
XIONG Xian-qing, LIU Hui, PANG Xiao-ren. Flexible Manufacturing System for Mass Customization Manufacturing in Furniture Industry[J]. China Wood Industry, 2019, 33(2): 20-24.
- [14] 李雪莲. 面向 32 mm 系统成组优化的家具基型模块变型设计研究[J]. 包装工程, 2015, 36(4): 55-59.
LI Xue-lian. The Variant Design of Furniture Based Modules with 32mm System through Group Technology Optimization[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(4): 55-59, 92.
- [15] 吴智慧, 唐远明. 板式定制家具生产中典型数控钻孔设备分析[J]. 家具, 2020, 41(1): 1-6.
WU Zhi-hui, TANG Yuan-ming. Typical Numerical Control Drilling Machine Used in the Production of Panel-Type Customized Furniture[J]. Furniture, 2020, 41(1): 1-6.

责任编辑: 陈作