

# SPC 在发动机连杆制造中的应用分析

肖志飞 夏清

(承德苏垦银河连杆有限公司 河北 承德 067000)

**摘要:** 发动机连杆是发动机应用过程中非常重要的零部件,其质量好坏会影响到发动机的应用效果,所以在实践中需要掌握发动机连杆的制造方法和先进工艺,以此来提升发动机连杆制造的实际效果。结合目前的实践进行分析,在发动机连杆制作的过程中,需要重点关注的是制造过程的控制,因为对制作过程环节的细节、标准等进行控制可以全面提升发动机连杆制造的质量。为了更好地控制发动机连杆的制作过程,需要应用先进的技术。统计过程控制(SPC)作为过程控制实践中被广泛利用的一种技术,其在实践中可以发挥出巨大价值,所以强调SPC在发动机连杆制造中的应用分析有突出现实意义。文章对相应的内容做分析与讨论,旨在为实践提供帮助与指导。

**关键词:** SPC; 发动机连杆; 应用

## 0 引言

发动机连杆制作过程有诸多细节,一旦出现细节问题,那么发动机连杆的实际质量会大打折扣,因此在实践中需要对发动机连杆的制作过程进行控制。在发动机连杆制作过程的控制中,要控制具体问题,必须要明确问题,同时要明确诱发问题的原因。在问题分析和总结的过程中,采用先进的工具可以获得更加准确的数据结果,这对于工作开展有突出的现实价值。SPC作为一种具有良好应用价值的工具,其在数据统计和过程控制能力分析中可以发挥巨大作用,所以基于发动机连杆制作过程的控制优化对SPC的具体应用进行分析,这能够为目前的实践工作提供有效参考。

## 1 SPC 概述

在发动机的连杆制作过程中要强调SPC的应用,首先需要对SPC有全面的了解。从概念理解来看,SPC是英文Statistical Process Control的缩写,汉语译为统计过程控制。SPC是一种重要的质量过程控制管理工具,其在目前的深夜生产实践中有着比较广泛的利用。对SPC的具体利用做分析可知其能够应用统计分析对生产过程进行实时监控,从而实现对生产过程中产品质量的随机波动和异常波动区分。基于监控数据对生产过程中的异常进行预警,这对于管理人员及时的发现和解决问题有积极的意义。总的来讲,在目前的实践中,SPC的具体利用在提高控制质量方面有突出的价值。

结合目前的实践进行分析,在明确了SPC的概念之后对其控制原理进行明确,并了解SPC的分类,这

于针对性使用SPC有突出的现实价值。就SPC的控制理论分析来看,其理论基础是中心极限定理和 $3\sigma$ 原则。在生产的过程中,当众多彼此相互独立的偶然因素共同对生产对象产生影响的时候,由于彼此的相互作用、相互抵消、最终会使产品的适量特性成正态分布。基于正态分布的重要结论做分析,在正常生产的情况下,质量特性在区间 $\mu \pm \sigma$ 的产品为68.25%,在区间 $\mu \pm 2\sigma$ 的产品为95.45%,在区间 $\mu \pm 3\sigma$ 的产品为99.73%。其中, $\mu$ 为质量特性值的平均值, $\sigma$ 为其标准偏差。在产品生产加工的过程中,加工尺寸的波动不可避免,而导致尺寸波动的原因是多样的,比如设备、人员、工艺方法以及材料等均会导致尺寸波动。基于产品的质量特性波动情况对因素进行划分,如划分为偶然因素和必然因素,明确具体的要素归属,并基于各类要素对质量的影响统计做控制,这样,产品的质量控制效果会更加显著。

在SPC的具体利用中,控制图所控制数据会呈现出巨大差异,基于数据的不同可以将控制图分为计量值控制图和计数值控制图。其中计量值控制图主要适用的场合为控制对象是计量型数据,因此在使用的过程中会经常使用到有均值-极差控制图( $\bar{X}$ -R图)、均值-标准差控制图( $\bar{X}$ -S图)、单值-移动极差控制图(I-MR图)、中位数-极差控制图(Me-R图)等。就计数值控制图的应用分析来看,其又分为记件值控制图和计点值控制图,记件值控制图包括不合格品率控制图(p图)、不合格品数控制图(np图),计点值控制图包括单位不合格数控制图(u图)和不合格数控制图(c图)。

## 2 SPC 在发动机连杆制造中的应用

要分析研究 SPC 在发动机连杆制造中的具体利用, 首先需要对发动机连杆制造工艺进行分析, 掌握发动机连杆制造的工艺方法, 然后就工艺方法分析 SPC 的实践应用, 这样 SPC 的应用价值讨论会更加清楚。

### 2.1 发动机连杆制造

对现阶段的发动机连杆制造进行分析, 明确发动机连杆制造的工艺过程, 这对于明确控制要点, 深化 SPC 的应用有积极意义。就资料总结来看在发动机连杆制造过程中, 如下内容是需要重点关注的。

#### 2.1.1 定位及夹紧

就此工作的具体开展来看, 强调两方面问题:

一方面, 正确选择粗基准, 并对定位夹紧做合理设计, 这是发动机连杆制造中至关重要的内容。在连杆大小头侧定位面的时候, 需要采用连杆的基准端面以及小头毛坯外圆三点和大头外圆两点粗基准定位方式。这样的定位方式保证了大小头孔和盖上各加工面加工余量的均匀, 能够保证连杆大小称重复重均匀, 有效的保障了零件总成最终形状以及位置。

另一方面, 在进行连杆和总成加工的时候, 需要采用杆端面、小头顶面和侧面、大头侧面的加工定位方式。在螺栓口至止口斜结合面加工工序的连杆盖加工中, 可以采用以端面、螺栓两座面、一螺栓座面的侧面的加工定位方法。这种重复定位的方法具有比较高的精度, 且可靠性突出, 在各个加工环节中都可进行利用。总的来讲, 定位和夹紧是发动机连杆制造的重要基础, 所以在定位和夹紧的过程中需要采用科学、有效的方法。

#### 2.1.2 进行加工顺序的安排和加工阶段的划分

对发动机连杆的制造进行分析可知, 连杆的尺寸精度、形状精度以及位置精度等要求比较高, 但是其刚度又比较差, 在实践中容易出现变形的情况。就连杆的制作来看, 主要加工表面为大小头孔、两端面、连杆盖以及连杆的接合面与螺栓。在加工的过程中, 次要表面为油孔、锁口槽等。除此之外, 加工过程还包括了称重去重、检验、清洗和去毛刺等。就连杆分析来看, 其为模锻件, 在孔加工的时候余量比较大, 在切削加工的时候容易发生残余应力, 所以在具体安排工艺的时候, 需要将表面的粗、精加工工序分开。如此一来, 在粗加工过程中产生的变形便可以在半精加工的过程中进行修正, 而在半精加工过程中发生的变形则能够在精加工过程中进行修正, 这样零件的加工效果会更加突出。总的来讲, 发动机连杆的加工分为如下几个阶段:

第一阶段, 粗加工。这个阶段是连杆体和盖合并加工前的加工阶段, 主要的加工内容为基准面的加工, 具体包括了辅助基准面的加工、准备连杆体及盖合并所进

行的加工。

第二阶段, 半精加工。这个阶段的加工主要指的是连杆体和盖合并后的加工, 在过程中主要包括了精磨两平面、半精孔口倒角等。总之, 这个阶段的工作需要为精加工大小头孔进行准备。

第三阶段, 精加工。这个阶段的主要工作是保证连杆主体主要表面上的大、小孔全部达到图纸要求, 即需要对各个零件的细节做强调, 使其达到质量控制标准。

总的来讲, 对发动机连杆的制作过程进行分析, 了解各个环节的工作以及各环节质量控制实践中需要关注的内容, 这能够为 SPC 的实际利用进行分析, 进而使 SPC 的现实应用价值获得显著提升。

### 2.2 SPC 在发动机连杆制造中的应用

结合上述的分析可知, 发动机连杆的加工过程是比较多的, 且每个过程的具体控制细节是比较复杂的。为了对加工的各个细节进行控制, 引入 SPC 有突出的现实价值, 以下是基于实践总结的在发动机连杆制作的过程中 SPC 的实际效用。

第一, 是需要对 SPC 的控制图进行选择。结合上文的分析可知, SPC 在应用实践中一共有两种类型的控制图, 而不同的控制图所应对的情况是不同的。如果在 SPC 的应用过程中没有选择合适的控制图, 那么 SPC 的实际利用价值会大打折扣。在发动机连杆的制作实践中, 基于机械加工产业的生产特点和控制对象数据类型, SPC 的控制图可以采用单值 - 移动极差控制图 (I-MR 图)。抽取企业 2020 年 7 ~ 12 月份稳定状态下不同生产线上的发动机连杆生产数据, 应用 Minitab 软件做出终稳定的 I-MR 控制图, 剔除统计控制状态的异常点, 这样可以获得常态化生产趋势图。基于控制图做数据分析, 比如对图中的均值、极差、极差均值等进行明确, 这样可以获得发动机连杆在生产工程中的相应数据, 基于数据可以进一步确定稳定生产状态下生产各要素的数据, 该数据能够为生产控制提供参考。

第二, 是通过数据分析, 明确发动机连杆的生产影响要素, 并明确各个要素对发动机连杆的生产影响。在发动机连杆的生产控制实践中, 人员投入、设备利用、资料情况以及控制细节等均会影响到最终的发动机连杆生产。在诸多要素中, 哪些要素具有稳定性, 而哪些要素具有波动性, 可以基于控制图进行分析。从控制图的反馈结果来看, 材料要素、设备要素对发动机连杆的波动影响不够显著, 而人员要素和操作专业性等对发动机连杆生产的波动影响是比较显著的, 这说明在生产实践中, 需要对人员要素、技术利用等要素做重点监控。简单来讲, 利用 SPC 能过实现对发动机连杆生产过程的实时监控, 需要注意的是, 在主要因素不明确的时候, 监控工作不仅工作量大, 而且容易发生监控“失效”

等问题,基于此,在各要素的影响讨论基础上对监控内容进行明确,这对于发动机连杆的生产监控来讲具有现实价值。

第三,问题预警。SPC在发动机连杆生产中的具体应用,主要的目的是对生产过程进行预警,以此来规避异常状态下的生产行为。这样,生产质量控制的实际效果会更加突出。在明确了控制图 and 影响因素的基础上,基于发动机连杆的生产过程进行SPC的应用。通过SPC的应用可以将生产过程中的数据做准确统计,而且能够基于统一的数据制定出不间断的生产趋势图。基于特殊数据的排除,对比分析标准生产趋势图和监控趋势图的差异,在二者的趋势存在明显波动的情况下,SPC发出预警,此时说明发动机连杆的生产出现了异常。基于预警对发动机连杆的生产进行分析,明确导致异常的要素,并积极的做异常要素的处理,这样,发动机连杆的生产控制稳定性效果会更好,最终的发动机连杆生产质量控制也会保持良好的状态。

### 3 反思与建议

对目前的发动机连杆生产实践进行分析,发现在连杆的生产实践中,各个环节需要注意的工作内容是比较多的,而且一个环节的瑕疵会导致后续多方面的问题,因此在实践中为了控制生产质量,需要对质量控制问题等做分析与讨论。

立足于发动机连杆生产实践做分析,在发动机连杆的生产控制实践中,采用先进的过程控制工具,及时地获取生产过程中的数据并基于数据做出相应地分析,明确控制中的问题并解决。在实践中,SPC在发动机连杆生产中的具体应用,使得发动机连杆生产的实际效果获得了显著地提升。基于实践需要进行分析,在机械加工的过程中,可以针对SPC的具体应用明确两点:

第一,在机械加工的过程中要很好的利用SPC提升过程控制实效,从而提高加工的质量,需要对SPC有深刻、全面的认识。结合上文的分析来看,SPC的控制原理相对复杂,而且在控制实践中,其存在着两种类型的控制图。要发挥控制图的实际效果,需要对控制图做针对性利用。如果对SPC的控制原理不清楚,也不了解两种SPC控制图的优势和特点,那么在实践中难以真正的实现SPC的专业化应用,如此一来,SPC的应用实效目标便无法达成。总的来讲,在SPC的实际应用中,关注对SPC的分析与理解是非常重要的。

第二,需要总结SPC的应用实践中存在的问题,并

对问题做解释,进而提出有效的解决策略。对SPC的实际效用进行分析可知,SPC在应用的过程中,多种要素会对其应用效果产生影响,所以需要结合目前的实践多影响SPC效用的要素进行分析。通过明确要素总结规避不良要素的具体方法和措施,如此一来,最终的SPC应用实效会获得显著提升。

### 4 结语

综上所述,发动机连杆制作是一项比较复杂的工作,制作过程涉及的要素是比较多的,因此经常会出现过程控制不当,产品质量低下等显著问题。质量问题影响了发动机连杆制作的综合效果,所以需要对具体的问题进行分析与解决。SPC在发动机连杆制作的过程中的应用能够实现对发动机连杆生产过程的有效控制,从而使发动机连杆制作的实际效果获得显著提升,因此结合实践讨论发动机连杆制造过程中的SPC实践应用,这能够为当前工作开展提供指导。

### 参考文献:

- [1] 郑凯,钟振前,林双平,等.某柴油发动机连杆断裂失效分析[J].物理测试,2021,39(06):11-16.
- [2] 甫圣焱,郑彬,文超.不同材料属性的发动机连杆有限元分析[J].机械设计,2021,38(S2):151-154.
- [3] 黄河,王培安,张迎春,等.发动机连杆盖锻造上模使用寿命[J].锻压技术,2021,46(11):68-73.
- [4] 张渊普,韦泽洪,张欢,等.汽车发动机连杆用钢C70S6BY的研制[J].特殊钢,2021,42(06):40-42.
- [5] 李晓婧,张颖博,高欣.发动机连杆热-结构耦合性能分析及优化[J].唐山学院学报,2021,34(06):23-27.
- [6] 万兴永,刘宇,彭磊,等.42CrMoA钢发动机连杆断裂分析[J].福建冶金,2021,50(06):30-32+41.
- [7] 瞿红红,李莹,刘宁.SPC在发动机连杆制造中的应用研究[J].软件导刊,2021,20(10):37-43.
- [8] 韦浩,高申德,吴玉国,等.柴油发动机连杆-轴瓦摩擦副接触变形的数值计算[J].轴承,2021(9):38-43.
- [9] 张云.汽车发动机连杆用钢C70S6BY的工艺研究[J].南方金属,2021(04):10-11+39.
- [10] 黎毅锋,刘智,刘俊,等.基于电火花线切割工艺的发动机连杆裂解槽加工技术综述[J].制造技术与机床,2021(08):108-112.