



《质量管理与可靠性》课程设计

# 指导书及任务书

南京工业大学经济与管理学院

工业工程系

# 目录

- 一、 本课程设计的性质与任务
- 二、 教学目的
- 三、 知识、素质和能力要求
- 四、 课程设计内容具体安排
- 五、 时间要求
- 六、 提交的设计成果
- 七、 考核方式
- 八、 附录

## 《质量管理与可靠性》课程设计指导书及任务书

### 一、本课程设计的性质与任务：

质量管理与可靠性课程设计是工业工程专业教学体系中的重要实践环节，该环节对学生掌握、巩固、应用专业知识，加强学生的实践能力、提高学生的综合素质具有十分重要的作用。本课程设计是《质量管理与可靠性》课堂教学的有益补充，对于学生加深理解质量管理与可靠性方面的基本理论知识、基本方法很有帮助，使学生理论联系实际，学以致用。

### 二、教学目的：

Minitab 软件是现代质量管理统计的领先者，全球六西格玛实施的共同语言，以无可比拟的强大功能和简易的可视化操作深受广大质量学者和统计专家的青睐。Minitab 软件是为质量改善、教育和研究应用领域提供统计软件和服务的先导。是一个很好的质量管理和质量设计的软件工具，更是持续质量改进的良好工具软件。Minitab 公司除了 Minitab 产品之外，还有为实施六西格玛项目准备的“质量偏好”软件，内置大量实施项目时所需的软工具，如：VSM, Fishbone, C&E matrix, Process Map, FMEA 等。

该课程设计通过对质量数据进行分析处理来训练学生分析质量问题、收集质量信息、处理质量参数，以及熟练应用质量分析软件进行质量分析与改进的能力。

### 三、知识、素质和能力要求：

#### 1、基本素质和能力要求：

具备质量管理方面的基本理论知识，掌握质量分析软件的使用。

#### 2、综合素质和综合能力要求：

能全面运用所学过的质量管理相关理论知识，并能结合实践进行正确的分析与改善。

#### 3、创新素质和创新能力要求：

要求学生在设计中力争做到视野开阔，知识面广，思维活跃。思维方式和方法，具有一定的独到及创新之处。

### 四、课程设计内容具体安排：

针对本课程设计的特点及要求，本课程设计将分组进行，每组独立完成一个分析设计任务，小组成员本着自愿的原则自由组合，每组成员 3 人，共同合作完成。具体工作内容如下：

1、设计之前要求熟练掌握质量分析与改善的理论与方法。

2、了解并熟练掌握 Minitab 软件的功能及操作方法。

（具体内容参照附录：《Minitab 质量分析简介》）

3、质量数据分析与改进

选择或实际调研测量质量数据，了解其内在含义，收集必要的相关资料。

综合运用所学的质量管理与可靠性知识对上述质量数据进行分析，发现其存在的质量问题。

在质量分析的基础上，提出质量改进方案。

4、提交分析及改进成果

5、各小组进行总结汇报。

## 五、时间要求：

本课程设计的时间为 1.5 周，具体进度如下：

第 1 天：由指导教师介绍课程设计的要求及内容，并进行分组工作。布置学生学习进行课程设计所需要的知识。

第 2、3 天：熟悉软件系统及操作方法，了解软件的功能，学习软件的操作。

第 4 天：各组拟定设计课题，充分收集所需质量数据。

第 5 天：运用质量分析软件，进行质量数据分析。

第 6 天：在质量数据分析的基础上，提出质量改进方案。

第 7 天：完成质量分析及改善报告。

第 8 天：提交设计成果，各小组总结汇报，交流设计经验，指导教师点评。

## 六、提交的设计成果：

1、小组总结报告一份，一律用 5 号字、1.5 倍行距、A4 纸打印。小组总结报告的字数不少于 5000 字。要求写明设计的总体思路、设计过程、设计结果、小组成员分工协作情况、设计的成功与失败之处，以及心得体会等。

2、项目文件一份，文件名要求反映所设计的质量数据特点，要求上交电子版。

3、包含上述设计成果的光盘一张，光盘中包括小组总结报告的电子版文件、项目文件。

4、按每个小组领取一份课程设计的封面和资料袋，认真填写课程设计名称、指导老师及时间。将设计总结报告及附件装订好与光盘一起装入资料袋中提交。

## 七、考核方式：

根据各小组的设计成果、提交的设计报告的质量并结合各成员的学习态度、学习效果、出勤情况等综合评分。其中：设计成果占 70%，设计报告占 30%。设计过程中每天都要点名，点名一次不到的同学将在其总成绩中扣除 5 分，累积三次不到者设计成绩不及格。承担组长任务并出色地完成本组设计任务或积极参与讨论与总结汇报并表现突出的同学可酌情加 5 分。

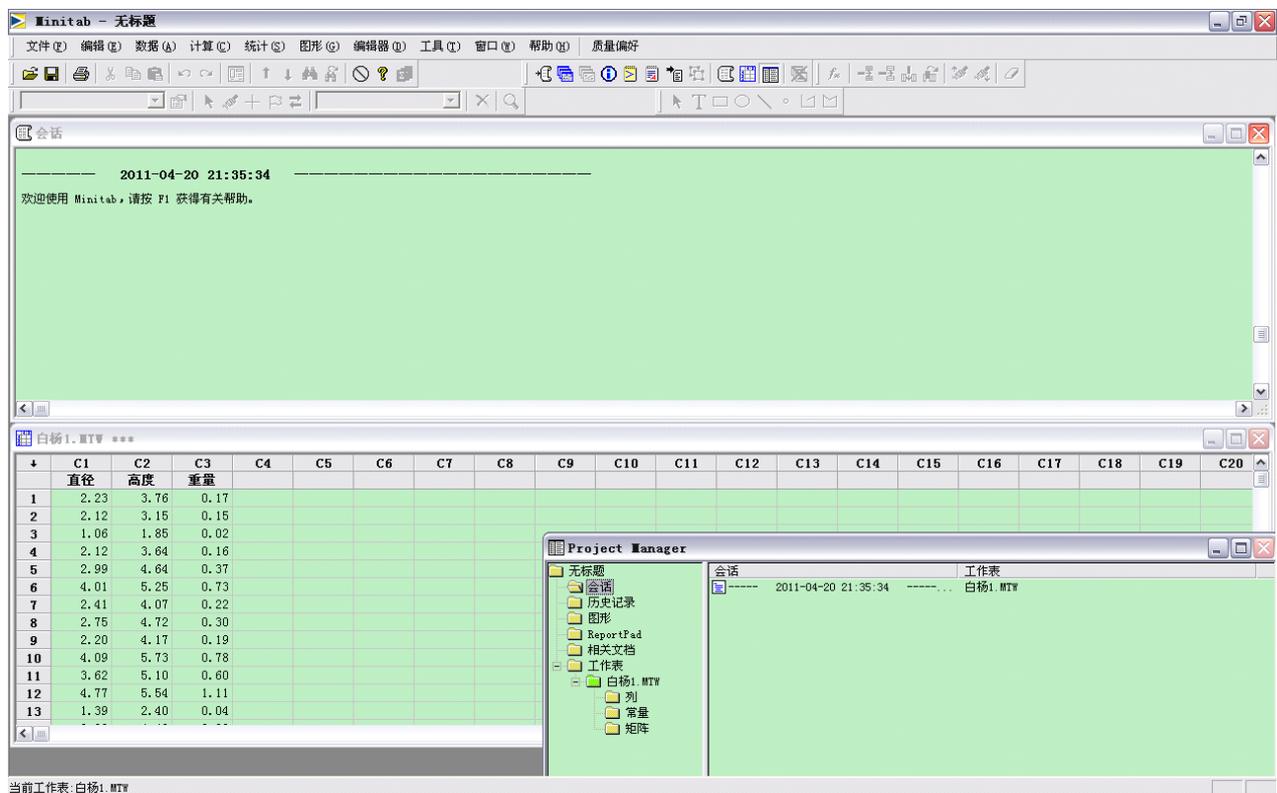
## 八、附录：

# Minitab 质量分析简介

## （一）简介

Minitab 软件是现代质量管理统计的领先者，全球六西格玛实施的共同语言，以无可比拟的强大功能和简易的可视化操作深受广大质量学者和统计专家的青睐。Minitab 软件是为质量改善、教育和研究应用领域提供统计软件和服务的先导。是一个很好的质量管理和质量设计的软件工具，更是持续质量改进的良好工具软件。

## （二）Minitab 软件入门



### Minitab 入门

当我们启动 Minitab 时，程序将为我们打开一个新的空项目。我们将看到三个窗口：

- 数据窗口
- 会话窗口
- Project Manager（启动时被最小化）

控制窗口

我们可以打开和最小化 Minitab 的各个窗口，如同操作系统中的其他窗口一样。也可以使用窗口菜单上的命令来控制 Minitab 窗口。

### Minitab 环境

我们的全部工作内容都包含在一个 Minitab 项目文件中。该项目文件包含：

数据所在的工作表。一个项目中可以有多个工作表。

显示所有打开工作表文件的一个或多个数据窗口。数据将按列显示。项目中的每个工作表对应一个数据窗口。可以直接在数据窗口中输入和编辑数据。

显示结果的会话窗口。

可以用 Minitab 的图形命令创建的图形。

一个 Project Manager，它包含：

- 用于管理会话窗口输出的会话文件夹。
- 列出已在会话中使用的命令的历史记录文件夹。通过从“历史记录”文件夹中复制命令并粘贴到命令行编辑器中，我们可以重新执行这些命令。
- 用于管理、排列和命名图形的图形文件夹。
- 用于创建、排列和编辑工作报告的 ReportPad 文件夹。
- 用于快速访问项目相关的非 Minitab 文件以便参考的相关文档文件夹。
- 包含所有打开工作表的单个文件夹的工作表文件夹。每个工作表文件夹显示了工作表中使用的列、存储常量、矩阵和设计的摘要。

用于发出命令的多个工具栏和一个状态栏。

环境工具

我们可以使用多种工具进行项目各个部分的处理：

- 发出命令以进行统计分析、数据操作和数据变换的菜单。菜单项可以直接执行一个命令，或打开一个对话框。
- 会话命令是菜单命令的备选项，可以在会话窗口或命令行编辑器中键入菜单命令。如果需要，可以在整个会话过程中交替使用菜单命令和会话命令。
- 弹出式命令行编辑器，使我们可以快速编辑和重新执行会话命令。
- 对话框、“会话”窗口命令和概要信息的上下文敏感帮助。
- 完整的宏语言，使我们可以自动执行重复性任务、扩展 Minitab 的功能，甚至设计自己的会话命令。Minitab 的宏功能在“宏帮助”中有详细介绍。
- 用于快速访问常用命令的快捷键。

## 菜单命令

文件菜单

编辑菜单

数据菜单

计算菜单

统计菜单

图形菜单

编辑器菜单

工具菜单

窗口菜单

帮助菜单

在 Minitab 中，可以采用两种方式发出命令：从菜单栏中选择命令，或使用“会话”命令直

## 接键入命令

选择后面带有省略号 (...) 的菜单项时，将出现对话框。选择后面带有 > 符号的菜单项时，将出现含有更多命令的子菜单。

如果菜单命令是灰色的，则表示该菜单项当前不可用。有时整个菜单都是灰色的，这表明该菜单中的所有命令都不可用。

从菜单栏发出命令：

- 1 单击菜单名（例如“文件”）或按 [Alt] + 该菜单上带下划线的字母（例如“文件”对应的 F）。有关详细信息，请参见快捷键。
- 2 单击该菜单中要使用的命令（例如“新建”）或按该命令对应的字母（例如“新建”的 N）。
- 3 如果该命令需要我们输入信息，Minitab 将打开一个对话框；如果不需要，Minitab 将立即执行该命令。

## 将数据输入到工作表

要访问数据窗口，请按 [Ctrl]+[D] 或选择窗口 > [工作表名称]。

如果我们的数据存储文件中，可选择文件 > 打开工作表。

可以打开许多类型的文件，包括文本、Excel 和 dBASE 文件；只需在“打开工作表”对话框的文件类型列表中选择所需的文件类型。

如果要键入新值，应将每个值键入到工作表对应的单元格中。

可使用复制和粘贴操作将数据粘贴到数据窗口中。

Minitab 随附了许多样本数据集。要打开一个数据集，可选择文件 > 打开工作表，单击  在 Minitab 样本数据文件夹中查找，然后选择一个文件。也可以打开样本数据文件夹的 STUDENT1、STUDENT8、STUDENT9、STUDENT12、STUDENT14 或 Meet Minitab 子文件夹中的样本数据集。

要打印工作表，须首先使数据窗口成为活动窗口（单击该窗口，或按 [Ctrl]+[D]），然后选择文件 > 打印工作表。

## 使用快捷键导航 Minitab

<b>帮助</b>	
打开	
关闭	F1
<b>StatGuide</b>	Alt + F4
打开	
关闭	Shift + F1 Alt + F4
<b>文件</b>	
新建工作表或项目	
打开项目	Ctrl + N
保存项目	Ctrl + O
打印窗口	Ctrl + S Ctrl + P

<b>Minitab 窗口</b>	
命令行编辑器	
会话	Ctrl + L
数据	Ctrl + M
Project Manager	Ctrl + D
在窗口之间切换	Ctrl + I
	Ctrl + F6
<b>会话窗口</b>	
提交命令	
添加换行符	Enter (默认)
下一个命令	Ctrl + Enter (默认)
上一个命令	F2
应用 I/O 字体	Alt + F2
应用标题字体	Alt + 1
应用注释字体	Alt + 2
	Alt + 3
<b>数据窗口</b>	
下一行/列	
转到...	Ctrl + Enter
向上、向下、向左、向右翻页	Ctrl + G
	Ctrl + 箭头键
工作表开头	Ctrl + Home
工作表结尾	Ctrl + End
格式数字列	Ctrl + B
进入单元格编辑模式	Alt + Enter
<b>制图</b>	
关闭活动图形窗口	
复制活动图形	Ctrl + F4
编辑选定图形对象	F3
移动选定对象...	Ctrl + T
1 个像素	
5 个像素	
10 个像素	箭头键
50 个像素	Shift + 箭头键
	Ctrl + 箭头键
	Ctrl + Shift + 箭头键
<b>编辑 (单元格或文本)</b>	
复制	
剪切	Ctrl + C *
粘贴/插入	Ctrl + X *
选择一个区域	Ctrl + V *
查找	Shift + 箭头键 *
替换	Ctrl + F
全选 (包括图形)	Ctrl + H
	Ctrl + A

<b>对话框</b>	
编辑上一个对话框	
重置默认值	Ctrl + E
向前移动一个项目	F3
向后移动一个项目	Tab
移动到对话框的任何位置	Shift + Tab
选择取消	Alt + 带下划线字母
打开下拉列表	Esc
	F4 或 Alt + 向下箭头键
<b>菜单</b>	
打开或选择菜单项	
打开快捷菜单	Alt + 带下划线字母
	Shift + F10
<b>取消操作</b>	
取消宏、可执行程序或图形	
	Ctrl + Break
<b>Project Manager</b>	
显示会话文件夹	Ctrl + Alt + M
显示工作表文件夹	Ctrl + Alt + D
显示图形文件夹	Ctrl + Alt + G
显示信息	Ctrl + Alt + I
显示历史记录	Ctrl + Alt + H
显示 ReportPad	Ctrl + Alt + R
显示相关文档	Ctrl + Alt + L

### （三）实例说明（简单质量数据分析）

**问题描述：**我们在汽车制造商的发动机组装部门工作。部件之一的凸轮轴的长度必须为 600 毫米 +/-2 毫米 以满足工程规格。凸轮轴长度超出规格已经是一个长期问题，这个问题导致了从生产线下线的装配件配合得很差，产生了大量废料并大幅提高了返工率。

我们的主管要运行 X 和 R 控制图以监视此特征。一个月中，对每个班次收集五个凸轮轴的长度数据（每个班次 1 个大小为 5 的样本）。公司要求我们领导一个解题小组来推荐解决方案。

#### 将要学习的内容

生成 X 和 R 控制图

生成包含正态曲线的直方图

执行过程能力分析

#### 步骤 1：启动新项目

如果尚未运行 Minitab，请启动该程序。

如果已打开了项目，则请启动新的项目：选择文件 > 新建，选择 Minitab 项目，然后单

击确定。

如果尚未将更改保存到以前的项目，则 Minitab 会提供执行此操作的机会。

### 步骤 2：打开工作表

从位于“样本数据”子目录或文件夹中 Minitab 保存的名为“凸轮轴.MTW”的工作表中获取数据。

1 选择文件 > 打开工作表。

2 单击  在 Minitab 样本数据文件夹中查找，然后选择工作表“凸轮轴.MTW”。单击打开。

3 如果其不可见，请按 [Ctrl]+[D] 打开数据窗口。

数据窗口详细显示了数据的各列。

此工作表包含自上月以来抽样计划的结果。目前，我们关心的是第一列“长度”，其中包含 100 个观测值（20 个样本，每个样本中有 5 个凸轮轴）。请记得凸轮轴长度以毫米测量。

### 步骤 3：用 R 控制图检查极差

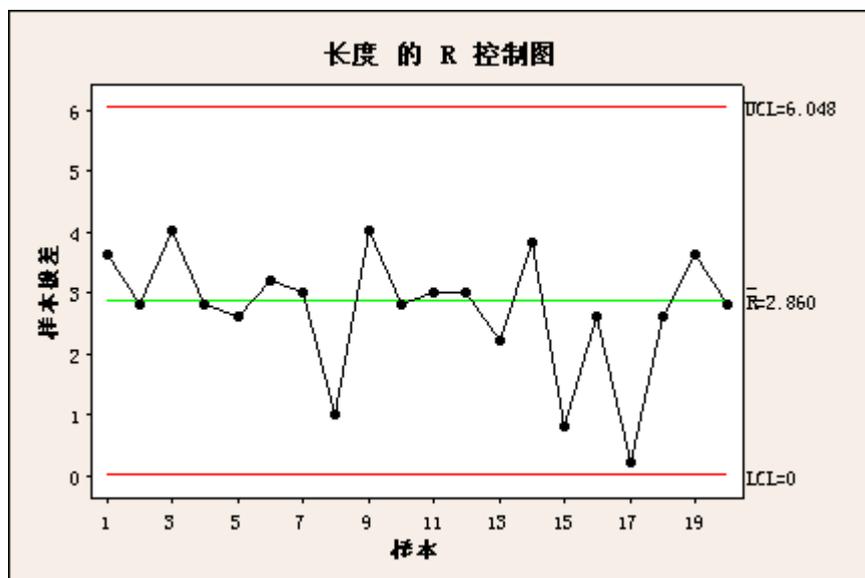
首先，要生成一个控制图，以查看样本子组中凸轮轴长度的极差。我们希望绘制的点随机地落在控制限制内。

1 选择统计 > 控制图 > 子组的变量控制图 > R。

2 选择图表的所有观测值均在一列中，然后输入长度。

3 在子组大小中，键入 5。验证对话框。

4 单击确定。



长度的 R 控制图未显示任何不受控点。

### 步骤 4：用 X 控制图检验特殊原因

我们将创建 X 控制图，以了解凸轮轴长度超出可接受限制时是否会出现问题。此外，我们将指示 Minitab 使用八个指出变异的特殊原因的常用检验。

1 选择统计 > 控制图 > 子组的变量控制图 > Xbar。

- 2 选择图表的所有观测值均在一列中，然后输入长度。
- 3 在子组大小中，键入 5。验证对话框。
- 4 单击 Xbar 选项，然后单击检验选项卡。
- 5 选择对特殊原因进行所有检验。验证对话框。
- 6 在每个对话框中单击确定。

长度的 Xbar 控制图检验结果

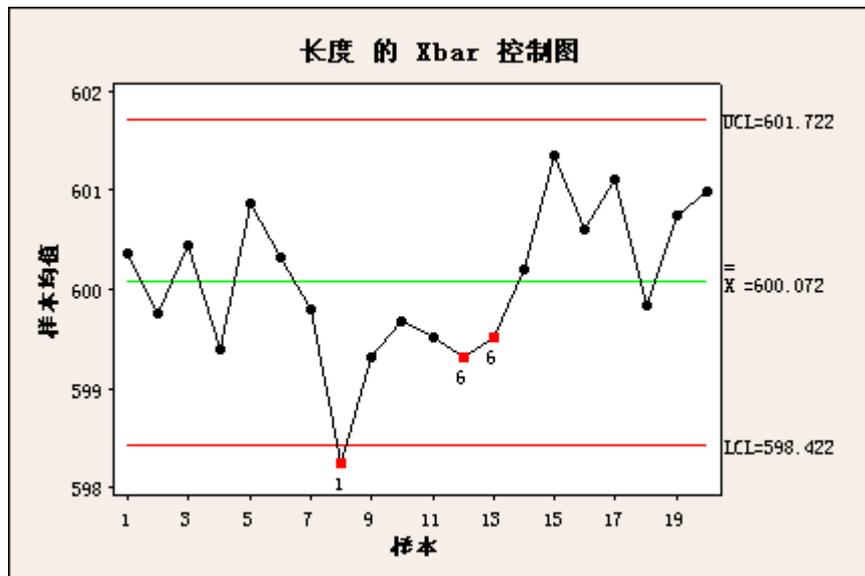
检验 1。1 个点，距离中心线超过 3 个标准差。

检验出下列点不合格：8

检验 6。5 点中有 4 点，距离中心线超过 1 个标准差（在中心线的同一侧）

检验出下列点不合格：12, 13

\* 警告 \* 如果使用新数据更新图形，以上结果可能不再正确。



X 控制图显示过程不受控。具体地说，有一个点未通过检验 1，两个点未通过检验 6。要了解这些检验的含义，请查看会话窗口。

- 7 选择窗口 > 会话。

通过查看会话窗口输出，我们发现过程将生成了一个距离中心线超过 3 倍标准差的点，并有 5 个点中有 4 个距离中心线超过 1 倍标准差（在中心线的同一侧）。

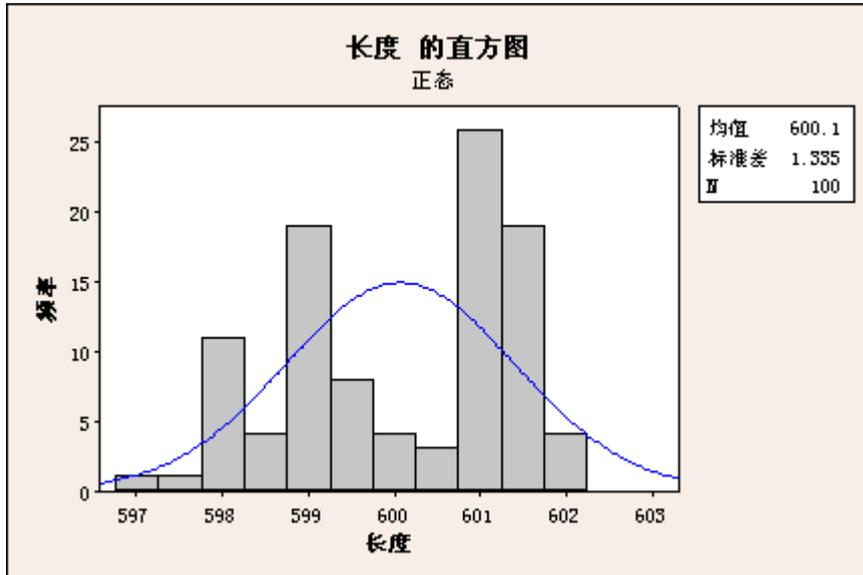
既然已确认存在问题，则现在应该寻找原因和解决方案。遗憾的是，使用抽样计划无法详细检查问题出现的精确位置和时间，因为对每个班次仅取一个样本。对于疑难解答阶段，更完善的计划是对每个班次取多个样本，并在找出并消除特殊原因后切换到此监视计划。虽然如此，我们决心从已有数据中获得所有可以获得的信息。

### 步骤 5：创建包含正态曲线的直方图

包含正态曲线的直方图对于检查变量的分布非常有用。我们决定检查变量“长度”。

- 1 选择图形 > 直方图。

- 2 选择包含拟合，然后单击确定。
- 3 在图形变量中，输入长度。验证对话框。
- 4 单击确定。



检查直方图。一般情况下，我们期望变量（如“长度”）服从正态分布。在这种情况下，直方图的形状将大致为钟形。而刚刚创建的直方图显然不是钟形。实际上，这种情况发生在峰值 598、599 和 601 处，因此可能要处理多种独立的不同分布。

检查库存记录表明凸轮轴有两个供应商。现在我们开始了解此非常规直方图。我们决定从两个供应商处都获取测量值，并针对每组子组大小都为 5 的每组数据分别运行 X 和 R 控制图。每个供应商的数据分别存储在工作表的“供应商 1”和“供应商 2”列中。

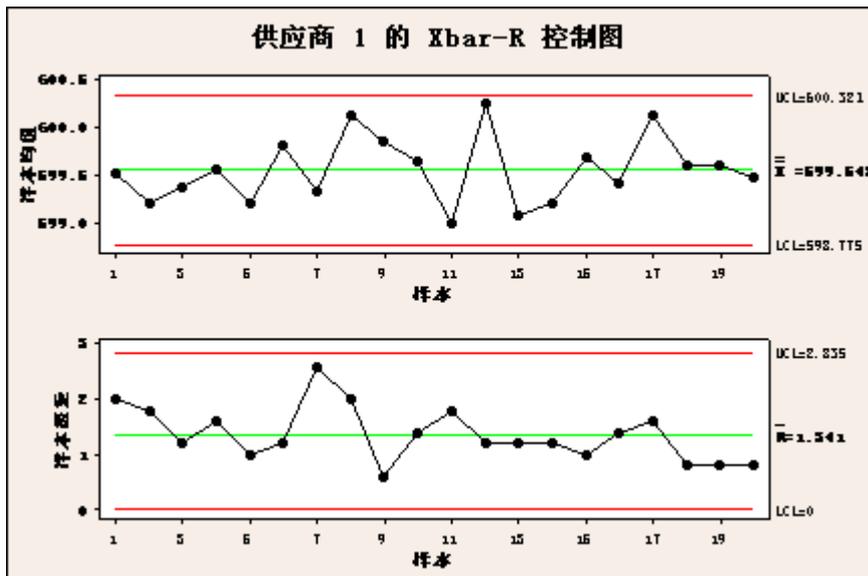
### 步骤 6：显示 X 和 R 组合控制图

我们的工作表包含名为“供应商 1”和“供应商 2”的变量，其中分别为供应商 1 和 2 的数据。我们可以对供应商 1 和供应商 2 重复相同的过程以生成各自的控制图。这次我们将选择 Xbar-R 来一起显示 X 和 R 控制图。

- 1 选择统计 > 控制图 > 子组的变量控制图 > Xbar-R。
- 2 选择图表的所有观测值均在一列中，然后输入供应商 1 和供应商 2。
- 3 在子组大小中，键入 5。验证对话框。单击确定。

提示：[Ctrl]+[E] 是对应于编辑 > 编辑最后一个对话框的键盘快捷键，用于进入上一个对话框。

评估供应商 1



根据 X 和 R 控制图，供应商 1 的平均值和极差似乎都受控，但我们注意到平均值为 599.548 毫米，而不是 600 毫米。供应商 1 的平均极差为 1.341 毫米。

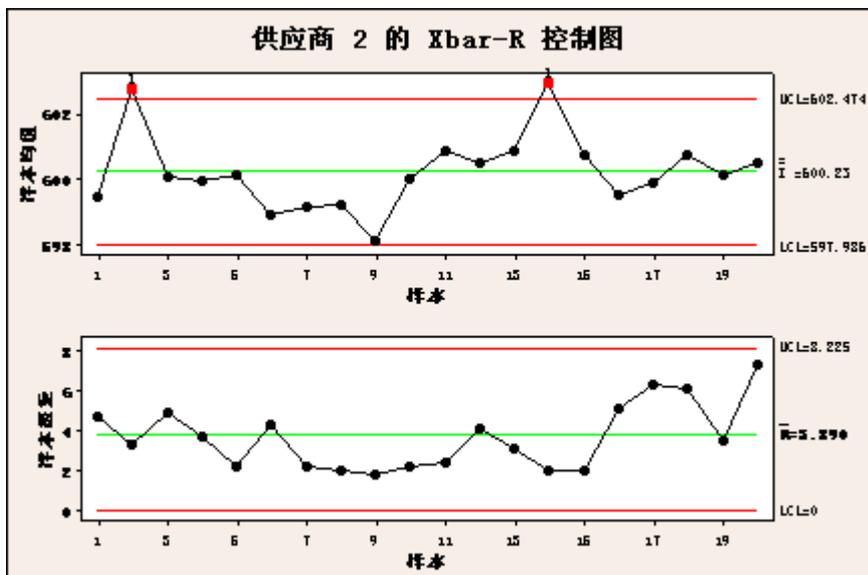
评估供应商 2

供应商 2 的 Xbar 控制图检验结果

检验 1。1 个点，距离中心线超过 3.00 个标准差。

检验出下列点不合格：2, 14

\* 警告 \* 如果使用新数据更新图形，以上结果可能不再正确。



供应商 2 的 X 和 R 控制图揭示出问题。从该控制图中，我们可以看到有两个点在控制上限以上。

R 控制图并不表明过程不受控。但是，我们注意到中心线在 3.890 处，几乎是供应商 1 的 R (1.341) 的三倍。

作为团队负责人，我们建议长期从供应商 1 生产，直到供应商 2 可以证实凸轮轴生产受控为止。我们将与供应商 2 合作以将过程变异性降到可接受的水平。由于统计量证据支持我们的观点，因此实施我们的建议。

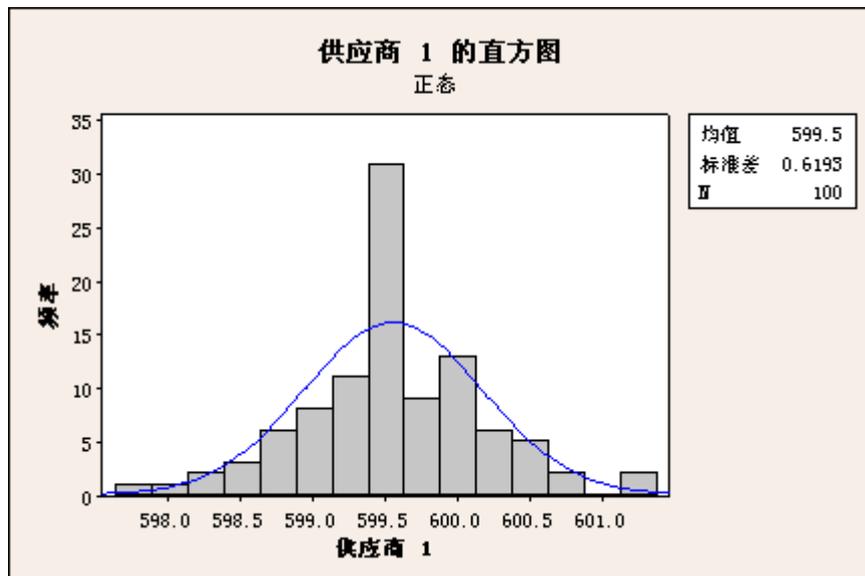
### 步骤 7: 准备过程能力分析

由于仅使用供应商 1，因此减低了变异性。尽管质量差的装配件数量显著减少，但是问题并没有完全消失。我们决定运行能力研究，以了解供应商 1 能否独自满足 600 毫米  $\pm 2$  毫米的工程规格。

过程必须受控，然后才能继续进行能力分析。X 和 R 控制图显示，由于仅使用供应商 1 提供的部件，因此过程现在受控。我们还期望凸轮轴长度服从正态分布。现在我们要查看直方图，以检查正态性。

首先，我们要查看供应商 1 凸轮轴长度的分布：

- 1 选择图形 > 直方图。
- 2 选择包含拟合，然后单击确定。
- 3 在图形变量中，输入供应商 1。单击确定。



Minitab 根据我们以前的选择，再次创建包含正态曲线的直方图。

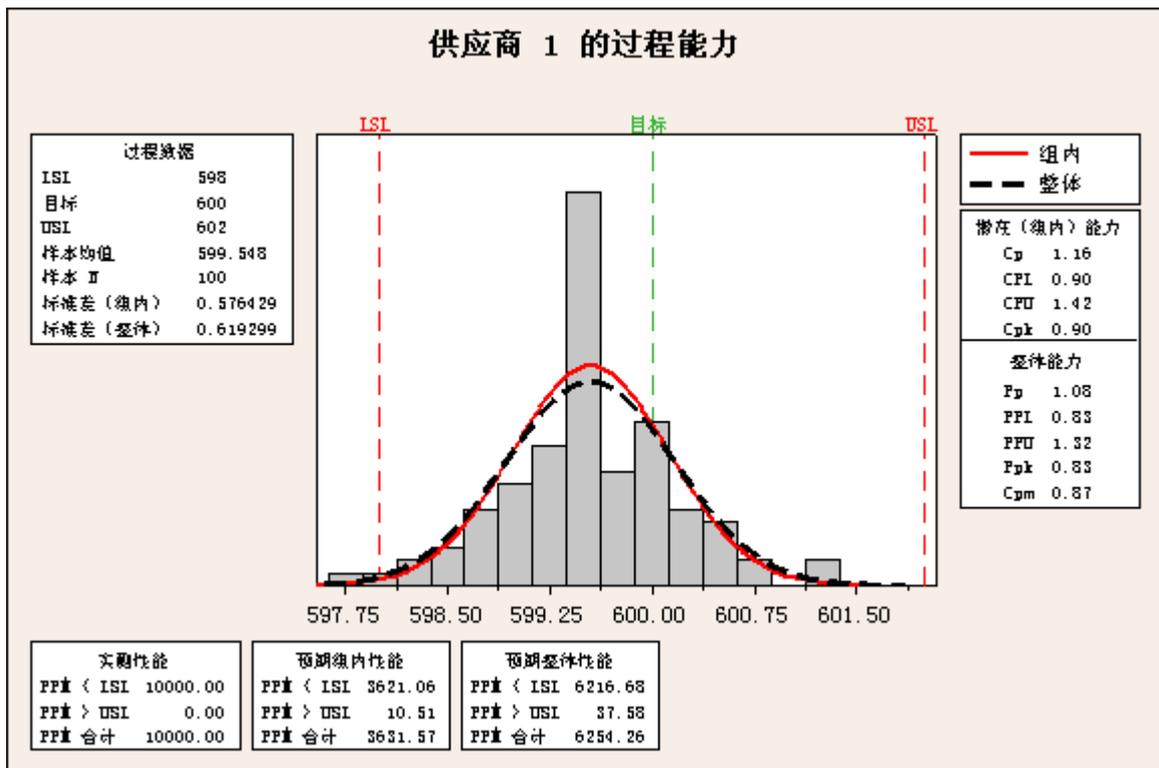
我们对钟形的分布形状感到满意，也没有像以前那样发现多个模式或峰值。

我们已准备好，可以继续。

### 步骤 8: 执行过程能力分析

现在我们已准备好，可以运行过程能力分析，以了解供应商 1 能否满足我们 600 毫米  $\pm 2$  毫米的工程规格。

- 1 选择统计 > 质量工具 > 能力分析 > 正态。
  - 2 选择单列，并输入供应商 1。
  - 3 在子组大小中，键入 5。
- 接下来，输入规格限制。
- 4 在规格下限中，键入 598。
  - 5 在规格上限中，键入 602。验证对话框。
  - 6 单击选项。
  - 7 在目标（添加 Cpm 到表格）中，键入 600。验证对话框。
  - 8 在每个对话框中单击确定。



从图形中，我们可以发现过程平均值未达到目标，而过程分布平均值位于目标的左侧。此外，分布的左尾位于规格下限之外。因此，某些凸轮轴不满足 598 mm 的规格下限。

“能力分析”命令也可以生成统计量表。 $C_{pk}$  指数表明过程所生成的部件是否在公差极限内。 $C_{pk}$  指数为 1 表示过程恰好能满足规格，而小于 1 则表示过程不满足规格限制。理想情况下，我们希望看到  $C_{pk}$  远远大于 1，因为指数越大，过程的能力越强。供应商 1 的  $C_{pk}$  指数仅为 0.90，表明需要改进，使变异性降低并使过程的中点位于目标附近。

由于供应商 1 是当前最佳的凸轮轴供应商，因此我们将使用其生产的凸轮轴来改进其过程，并因此改进我们自己的过程。Minitab 提供方差分析 (ANOVA)、回归、试验设计 (DOE) 以及许多其他我们将用于不断改进过程的统计工具。

### 步骤 9：保存并退出

- 1 选择文件 > 保存项目。
- 2 在文件名中，输入凸轮轴 1 作为项目名称。如果忽略扩展名 .MPJ，则 Minitab 会在我们保存项目后自动添加该扩展名。
- 3 单击确定。
- 4 如果看到询问我们是否要替换现有文件的消息框，请单击是。
- 5 如果此时要结束，则可以通过选择文件 > 退出来退出 Minitab。