

## 控制图在电缆质量管理中的应用

陈 佺

桂林国际电线电缆集团有限责任公司 广西桂林

**【摘要】** 本文从控制图的理论和实际运用入手，通过分析、判断和控制电缆的厚度，阐述了通过控制图来控制电缆的品质，从而达到改善产品品质、减少物料损耗、提高经济效益的目的。

**【关键词】** 控制图；电缆质量；质量管理

### Application of control chart in cable quality management

Yan Chen

Guilin International Wire and Cable Group Co., Ltd. Guilin, Guangxi

**【Abstract】** This paper starts with the theory and practical application of control chart, analyzes, judges and controls the thickness of cable, and expounds how to control the quality of cable by control chart, so as to achieve the purpose of improving product quality, reducing material loss and increasing economic benefits.

**【Keywords】** control chart; Cable quality; Quality management

#### 引言

根据控制图的理论和实际运用，通过分析、判断和控制电缆的绝缘厚图，说明了运用控制图的方法来控制和管理电缆的品质，可以改善产品的品质，减少物料的损耗，提高产品的经济价值。电缆的绝缘层厚是电缆制造过程中的一个关键指标，如果绝缘层太厚，会造成物料的损耗，从而降低成本，降低效益；如果绝缘太细，就会造成质量问题，造成人员、材、物的浪费，影响到公司的经济利益；若把绝缘层太细的电线流向使用者，会给使用者的生命和财产带来极大的隐患。因此，对电力系统的绝缘层进行严格的监控意义重大。通过一个实例，介绍了利用计算机技术和计算机技术在电缆质量监控中的运用。

#### 1 控制图概念

控制图又称管理图，它是一种以图表方式来表示工艺品质的动态变化。该方法以数学统计学为依据，通过有效的资料，确定工艺品质是否属于自然因素导致的常规波动，抑或由于系统因素造成的非常态变化。通常情况下，在控制范围之内发生随机变化，也就是说，该过程是在统计上被控制的；而异常的变化则表示该系统不受其控制，必须对其进行调查和分析，从而达到对其进行有效的管控。根据使用目的，可将控

制图分成用于分析和用于管理的。第一种方法通过对控制图的判断，判断工艺的运行情况，并对故障产生的原因进行了剖析，从而达到改善工艺品质的目的。用于进行分析的控制图法，通常是一次采集最近的生产资料或在野外一次采集的资料，要求采集 20~25 份样品本群的资料，以求出控制边界。根据绘制的控制图，结合 GB/T4901-2001 中关于“异常”的判定标准，对影响的各种影响进行了分析。直到新作的控制图显示，该控制图显示了该生产工艺已经达到了控制状态，并且该工艺性能达到了该规范的要求(C<sub>pwl</sub>)，该控制边界(虚线)可以被扩展，用作该控制图的控制界(点划)。生产中的控制图是用于对工艺过程的质量进行有效的管理，以保证其在生产中的时效性。根据数据的特性，将控制线的测量值和测量值的关系分成两类，其中，线缆的绝缘层属于计量型，因此，采用最常用的测量-极差型(X-R)控制线作为实例，以阐述如何运用于线缆的品质管理<sup>[1]</sup>。

控制图又称为管理图，它是一种利用图表来表示工艺的品质随着时间而改变的形状。该方法以数据统计为依据，通过有效的资料，确定工艺品质是否为自然因素造成的，或者是由体系因素造成的。通常情况下，常规波动在控制区中是无规则的，也就是说，工

艺的质量是一个统计的。而反常的变动表明了工艺的非统计学的控制,必须对其进行调查和分析,以达到对其进行有效的管控。根据使用目的,控制图可以划分成用于分析和用于控制的。分析用控制图就是通过工艺控制图进行判定,确定工艺质量在可控范围内,哪里存在的问题,并对产生的原因进行分析,从而达到改善工艺品质的目的。在编制用于分析的控制图时,先要对近期的生产或一次的野外数据进行汇总和整理,通常要从 25 个或更多个样品的资料中获取资料,再对每一批样品进行统计学处理(例如取样平均、取样极差、取样标准差等),并对其进行统计处理。依据所绘制的分析用控制线,依据 GB/T4901-2001 中的判定标准,对异常进行查找,对引起的异常进行分析,并对其进行合理的处理,防止其再次发生;将剩余的资料(若不足 20 份,则补充或再抽样),重新设定控制线,并重绘地图;只有当对最新产品进行分析时,通过控制图显示出该工艺已经在可控的范围内,并且工艺性能达到了相关的规范(工艺性能指标  $C_p \leq 1$ ),该工艺性能指标  $C_p \leq 1$ ,该控制用控制图形的控制边界被扩展,以便进行品质控制。在品质控制中,使用的是控制性(或管理性)的控制性(或管理性)的控制性,可以用于决定何时要调节工艺,何时需要维持工艺的相对稳定性。另外,也可以使用该用于确定工艺品质的改善。根据数据的特性,将控制线的测量值与计数字的关系分成测量值和测量值两种类型,其中,线缆的绝缘层是测量资料,因此,使用最常用的测量值控制线作为实例,以示质量控制和管理<sup>[2]</sup>。

## 2 控制图的应用举例

(1) 电线电缆工厂研制的 8.7110 kx 型交流聚乙烯(1 LPE)绝缘用电电缆,其绝缘层的公差尺寸应为 4.50~5.05 毫米。运用  $\bar{x}$ -R 控制图对工艺质量进行了严格的质量管理,达到了规范的要求。这是一种用于分析与控制的控制图在线缆的质量控制(或管理)中的一个综合性问题。首先建立一个用于分析的控制图:在工艺进入可控(稳定)的情况下,  $C_p > 1$ ,可以实现对工艺的控制和管理。

(2) 搜集资料。对最近检测到的 100 个额定绝缘层的资料进行了连续采集,分为 1、2、3、...25 个样品,样品的容积  $n=4$ ,如表格 1 所示。对每个样品集的能力进行平均和最大差异 R 的统计,并将其记录在表格 1 中。对各样品进行平均及最差异的,并将

其记录在表格 1 中。

计算  $\bar{x}$ -R 控制图的控制界限。

① 计算  $\bar{x}$ -m 关系图的控制界限:

$CL = \bar{\bar{x}} = 4.767$   $UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} = 4.767 + 0.729 \times 0.180 = 4.899$   $LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} = 4.767 - 0.729 \times 0.180 = 4.636$  式中, CL 为中心线(或称平均值线); UCL 为上控制界限线; LCL 为下控制界限线;  $A_2$  含义见下。

② 计算 R-m 关系图的控制界限:  $CL = \bar{R} = 0.180$   $UCL = D_4 \bar{R} = 2.282 \times 0.180 = 0.411$   $LCL = D_3 \bar{R} = \text{负值}$ ,取作零或不考虑式中,  $A_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$  是由样本容量的大小  $n$  决定的系数,本例中  $n = 4$ ,查控制图系数选用表可得  $A_2 = 0.729$ ,  $D_4 = 2.282$ ,  $D_3 = \text{负数}$ (不考虑)。

(3) 绘制控制线。用  $\bar{x}$  和 R 作为纵轴,用平面和平面平面分别绘制中线和下边控制线,从 R 曲线上可以看出,各样品的 R 应该在 R 曲线的控制区之内,并且是任意分布的,说明 R 曲线已经在一个被控制的条件下,可以进行点绘(在 R 曲线不可控的情况下,要找出问题的根源,并进行相应的处理,排除异常,在控制条件下,在进行了点绘图)。在图 1 中显示了 R 控制线<sup>[3]</sup>。

(4) 经过对 R 控制线的解析,可以看出,在 GB/T4901-2001 中,存在着一个点子(第六个样品)超出了图的控制界限(GB/T4901-2001 中没有任何异常),表明了工艺的不受统计学的影响,在这个时候,必须从人、机、料、法、环、测六个角度去寻找并剖析原因,并采用相应的措施,将这些问题列入制度,避免发生。

重新计算  $\bar{\bar{x}}$ 、 $\bar{R}$  的值,得  $\bar{\bar{x}} = 4.761$ 、 $\bar{R} = 0.178$  并重新计算控制界限如下: ① 计算  $\bar{x}$ -m 关系图的控制界限。  $CL = \bar{\bar{x}} = 4.761$   $UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} = 4.761 + 0.729 \times 0.178 = 4.891$   $LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} = 4.761 - 0.729 \times 0.178 = 4.631$  ② 计算 R-m 关系图的控制界限。  $CL = \bar{R} = 0.178$   $UCL = D_4 \bar{R} = 2.282 \times 0.178 = 0.406$   $LCL = D_3 \bar{R} = \text{负数}$ ,取作零或不考虑。

(5) 计算过程能力指数和不合格品率。工艺性能指标 ( $C_p$  或  $CPK$ ) 表示工艺性能对产品品质的影响。通过计算  $C_p$  的大小,可以计算出工艺中的不良产品。

由已知: 公差范围  $T = 7U - 7L = 5.02 - 4.50 = 0.55$  mm。公差中心  $M = (7U + 7L) / 2 = 9.55 / 2 = 4.775$  mm。偏移量:  $= M - \bar{\bar{x}} = 4.775 - 4.761 = 0.014$  mm。

表 1 电缆绝缘厚度数据记录和计算表(单位: mm)

样本号	x 1	x 2	x 3	x 4	$\bar{x}$	R
1	4.78	4.82	5.03	4.76	4.848	0.27
2	4.84	4.72	4.80	4.79	4.788	0.12
3	4.74	4.79	4.85	4.86	4.810	0.12
4	4.88	4.86	4.71	4.70	4.788	0.18
5	4.90	4.78	4.78	4.62	4.770	0.28
6	4.85	4.92	5.04	4.82	4.907	0.22
7	4.79	4.68	4.71	4.96	4.785	0.28
8	4.78	4.78	4.70	4.88	4.785	0.18
9	4.80	4.70	4.74	4.55	4.698	0.25
10	4.83	4.79	4.68	4.74	4.760	0.15
11	4.72	4.74	4.72	4.78	4.740	0.06
12	4.80	4.84	4.64	4.92	4.800	0.28
13	4.76	4.89	4.74	4.68	4.768	0.21
14	4.80	4.70	4.68	4.58	4.690	0.22
15	4.78	4.81	4.80	4.76	4.788	0.05
16	4.64	4.84	4.70	4.74	4.730	0.20
17	4.64	4.60	4.61	4.52	4.593	0.12
18	4.70	4.82	4.69	4.80	4.753	0.13
19	4.82	4.64	4.71	4.88	4.763	0.24
20	4.76	4.78	4.74	4.74	4.755	0.04
21	4.88	4.76	4.66	4.78	4.770	0.22
22	4.62	4.87	4.78	4.87	4.785	0.25
23	4.77	4.74	4.84	4.72	4.768	0.12
24	4.78	4.69	4.82	4.90	4.798	0.21
25	4.71	4.51	4.72	4.78	4.680	0.27
		平均值			$\bar{x} = 4.767$	$R = 0.180$

式中,  $7U$ 、 $7L$  分别为工艺要求的绝缘厚度最大值(或 上限值)和最小值(或下限值)。所以  $CP = (7 - 2) / (6 \times s) = (0.55 - 2 \times 0.014) / (6 \times \bar{R} / d_2) = 0.522 \times 2.059 / (6 \times 0.178) = 1.01$ 。式中,  $s$  为标准偏差;  $d_2$  为与样本大小  $n$  有关的常数, 当  $n = 4$  时,  $d_2 = 2.059$ 。其对应的不合格率为:  $p' = 2 - [0(3 CP) + 0(3 CP + 2 / s)] = 2 - [0(3 \times 1.01) + 0(3 \times 1.01 + 2 \times 0.014 \times 2.059 / 0.178)] = 2 - [0.9988 + 0.9996] = 0.16\%$ 。

此过程能力指数属于二级( $1.0 \leq CP \leq 1.33$ ), 即过程能力正常。该分析用控制图可以用作控制用控

制图对过程质量进行控制(或管理)。

(5) 控制(或管理)用控制图的使用。在以上的步骤之后, 所述程序已经在一个统计的状态下, 并且  $C_p \leq 1$ , 表明在这个时候可以使用该控制图来进行质量特征(缆线绝缘的厚度)的控制。控制图像可以在一张白板或一张标尺上绘制, 方便使用和观察。按工艺进度, 对每一次检查后的保温厚度进行测量, 并在控制图上作相应的接点, 同时注意各点的变化。如果有超出界限的地方, 或者在规定的范围内, 则必须查明其存在的问题, 并加以消除, 并将其列入管理准

则,防止其再次发生。如果操作人员,机器设备,原料,操作方法,环境和测试方法发生了改变,必须再次采样,直到工艺达到统计控制,  $C_p > 1$  为止。此外,为了达到在实际生产中达到最优的统计控制条件,必须定期进行抽样,并对其进行调节,以便达到对线缆质量的最优控制,从而达到减少物料损耗和增加经济效益的目标<sup>[4]</sup>。

### 3 结语

通过对线缆进行控制,结合工艺参数的计算和分析,可以更好地监控和监控电缆的绝缘层,及时地发现故障并及时处理,避免因绝缘层的变化而影响产品的质量和经济效益;从而推动了公司的品质体系不断提升和不断提高。

### 参考文献

[1] 乔月纯. 控制图在电缆质量管理中的应用[J]. 河南机电高等专科学校学报,2004,12(1):112-113.

- [2] 郭红霞. 控制图法在电缆绝缘厚度控制中的应用[J]. 电线电缆,2006(2):26-28.
- [3] 辛秀东. 正态分布统计技术在线缆质量控制中的应用[J]. 电线电缆,2021(5):35-39.

**收稿日期:** 2021年7月9日

**出刊日期:** 2022年9月6日

**引用本文:** 陈佳, 控制图在电缆质量管理中的应用[J]. 国际机械工程, 2022, 1(2): 31-34  
DOI: 10.12208/j. ijme.20220016

**检索信息:** 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**