

# X - R 控制图在混凝土试块强度分析中的应用

沈 鸿 珍

(滨州学院, 山东 滨州 256600)

**摘要:**通过 X - R 控制图和非统计方法相结合分析了实例,指出实例中混凝土试块强度不足和异常的因素,制定有效的措施,以期辅助提高现场混凝土性能的管理。

**关键词:**X - R 控制图; 混凝土强度; 非统计方法

**中图分类号:**TV431      **文献标识码:**B      **文章编号:**1007-7839(2020)11-0035-04

## Application of X - R control chart in strength analysis of concrete test block

SHEN Hongzhen

(Bingzhou college, Bingzhou 256600, China)

**Abstract:** An example was analyzed through the combination of X - R control chart and non - statistical methods, and the factors of insufficient and abnormal strength of the concrete test block in the example were pointed out. Therefore, effective measures were formulated to assist the management of improving the performance of concrete on site.

**Key words:** X - R control chart; strength of concrete; non - statistical method

我国建筑的快速发展和日益增长的规模,使得混凝土作为基本的建筑复合材料广泛应用于工程中,而混凝土立方体试块抗压强度作为基本的性能,其标准试块抗压强度的优劣一直为现场人员关注,需要对工程混凝土试块强度的质量进行分析优缺点,制定措施进而指导实践。而现在市场的激烈竞争,也需要混凝土厂在满足客户的需求下,进一步深入分析,优化混凝土性能和增强需求性。X - R 法是常规控制图<sup>[1]</sup>中常见的方法,利用统计技术把数据转化为图形,进而分析过程变化或评定生产和波动分布状态,找出原因或有意的信息反馈生产或服务过程。因此,本文对实践中的某学校民用航空实验实训楼混凝土试块立方体抗压强度质量进行分析,试利用控制图 X - R 法和非统计方法为质量管理与控制方法进行研究 and 评定,以期找出实践中

混凝土试块过程的不足和异常因素,试分析出相应的措施,以期提高现场混凝土质量管理。

## 1 工程概况及试块数据

### 1.1 工程概况

工程为某学校民用航空实验实训楼,总面积 24 000 m<sup>2</sup>,框架结构,混凝土采用 C30,商品混凝土。

### 1.2 试块数据

文中的试块为本工程现场按同条件下标准制作而成,在检测机构的标准室养护 28 d,进行立方体抗压强度实验,得到其抗压强度值,如表 1。立方体(150 mm × 150 mm × 150 mm)抗压强度标准试块,按照有关规定实验采用 3 个试件为 1 组,每一个时间点按同条件下标准成型制作 2 组,6 个试块。

收稿日期:2020-09-15

作者简介:沈鸿珍(1983—),男,工程师,硕士,主要从事建筑工程管理工作。



该批混凝土强度评定为合格。但是利用非统计方法评定范围比较宽泛,没有很好的反映出每组混凝土强度值的平均值波动分布和质量特性的极差的散差变化等,所以采用控制图 X-R 法进一步分析,试找出原因或有意的信息反馈生产、服务过程或预防的作用。

### 3 X-R 控制图法数理统计

X-R 法是常规控制图<sup>[1]</sup>中常见的方法,一般通过收集整理数据,利用 X-R 统计计算方法和精准画出图形,分析判断质量和存在的问题,及时消除异常信息,改进措施。

如表 1 数据,样本为每组试块,每组平均值为  $\bar{X}_i$ 。计算样本总均值  $\bar{\bar{X}}$  为

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{n} \sum x_i = \frac{764.283}{19} = 40.225 \text{ MPa} \quad (3)$$

19 组样本,每组极差是每组 6 个试块中的最大抗压强度值  $X_{\max}$  减去最小值  $X_{\min}$  得出,如表 1 中极差 R 值。计算平均样本极差均值  $\bar{R}$ :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum R_i = \frac{88.6}{19} = 4.663 \quad (4)$$

进一步利用控制图数理技术计算出相应的控制限值,如公式(5),UCL 为均值和极差上控制限,LCL 为均值和极差下控制限,CL 为均值和极差中心线,计算如下:

$$\begin{aligned} UCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 40.225 + 0.187 \times 4.663 \\ &= 41.097 \text{ MPa} \\ UCL_R &= D_4 \bar{R} = 1.597 \times 4.663 = 7.447 \\ LCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 40.225 - 0.187 \times 4.663 \\ &= 39.353 \text{ MPa} \\ LCL_R &= D_3 \bar{R} = 0.403 \times 4.663 = 1.879 \\ CL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} = 40.225 \text{ MPa} \quad CL_R = \bar{R} = 4.663 \end{aligned} \quad (5)$$

式中: $D_4$ 、 $D_3$ 、 $A_2$  为常数,通过常规控制图<sup>[1]</sup>查得。图 1 为 R 图和图 2 为 X 图。

### 4 X-R 控制图和非统计方法结果分析

#### 4.1 非统计方法结果分析

由式(2)知,数理统计的试块强度符合非统计方法评定,混凝土试块强度均评定为合格,114 块数据中抗压强度最小值为 34.7 MPa,仍符合设计用的 C30 混凝土的要求。由表 1 知,混凝土强度总均值为 40.225 MPa,19 组中均值最高为 42.833 MPa,最低为 38.7 MPa,均远高于 C30。现场试块质量良

好,混凝土厂配制的混凝土强度性能充分满足要求。

#### 4.2 X-R 控制图法结果分析

##### 4.2.1 极差控制图分析

一般来说,控制图上的点子反映出生产过程的稳定程度<sup>[4]</sup>。记入的 X-R 值均在控制界限以内时,可以判定是稳定状态<sup>[5]</sup>。由图 1 所示,19 组试块样本的极差值点随机分布在极差控制图绘制的 UCL 上控制限和 LCL 下控制限之间,19 组强度值极差点随机分布在强度值极差中心线 CL 上下,离散度稳定,而且 19 组极差点随机排列,没有连续 7 点全在 CL 之上、之下,或全上升、下降现象,控制图准确指出无缺陷点。每组试块过程中处于稳定状态。每组强度值极差点与总极差均值离散度稳定和无缺陷点,说明现场有关技术人制作试块过程中处于统计控制状态。

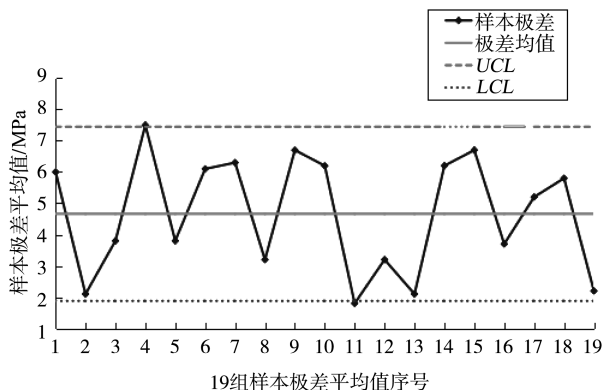


图 1 样本极差控制图

如点在控制界限上,则应看作是线外点;如果超出控制界限以外,则应探求导致该点在控制界限以外的原因,并设法消除和防止其重复发生<sup>[5]</sup>。由图 1 可知,第 4、11 点近处在界限上,可看做线外点,对两点状况进行研究分析。由表 1 知,第 11 组平均值为 39.9 MPa,该组内试块强度的离散度不大,平均值约超过 C30 混凝土 2 个标号,控制图 X-R 法极差为 1.8,超出 LCL 下控制限 0.079;第 4 组 6 个试块强度的离散度较大,控制图 X-R 法极差为 7.5,超出 UCL 上控制限 0.447,平均值超过 C30 混凝土 2 个标号多,个别强度约 3 个标号,两组强度与标准强度 C30 混凝土富余较多。本工程主体工期为 4 月到 6 月,环境条件温度 13~30℃,时有风,有试块保暖防风措施;原材料混凝土为商品混凝土,设备商品混凝土罐车运输,运输距离 13 km,商品混凝土泵浇筑;工地现场 2 名技术员。经过现场调研、走访分析,如果如下:

(1)个别人员未在一盘拌合物或同一车拌合物规定处取样。加强对现场人员质量控制知识的学习和培训;多名技术员制作试块、测试等,工艺必须增强责任意识,遵循规范。

(2)有个别组内试块强度值比其他试块强度值较低,取样的拌合物未拌和,忽视了拌合物分两层入模现象,个别试模内粗骨料较少。现场制定有针对性的质量控制体系,包括设备和混凝土拌合物的使用,有效控制各施工段点的质量。

#### 4.2.2 均值控制图分析

如图2所示,19组强度均值点随机排列,没有连续7点全在 $CL$ 之上、之下,或全上升、下降现象,控制图准确指出无缺陷点。但是有7个强度均值点明显超出 $UCL$ 上控制限或超出 $LCL$ 下控制限,即图2中圆圈所示,而且有2个强度均值点近处于控制限上,离散度大,出现严重异常状况,19组强度均值点未受控制,需要分析探求超出控制界限的原因。本工程主体施工工期内的混凝土拌合物、环境、设备、人员等如上所述,经过现场调研、走访分析,如果如下:

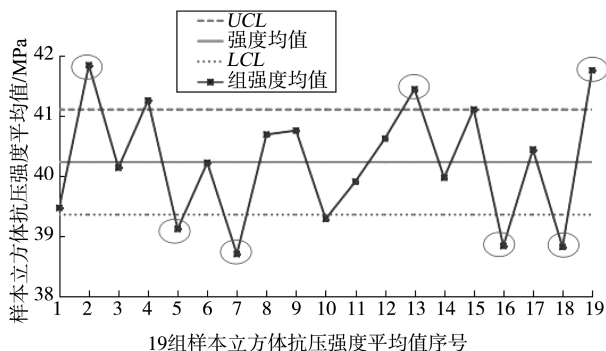


图2 立方体抗压强度均值控制图

(1)由式(5)和图2知样本总均值40.225 MPa,及所述非统计方法均评定为混凝土强度合格,试块强度平均值超过C30混凝土2个标号多;同时对本工程主体回弹法检测抗压强度数据查看,回弹测区强度换算总平均值为36.9 MPa,超过C30混凝土1个标号多,可得出本工程中应用的混凝土强度比设计用C30混凝土高1~2个标号,混凝土厂配制的混凝土强度性能充分而且富余较多。混凝土厂可以取样对混凝土拌合物和配合比等的复试,分析查

看发生变化的可能性,起到预防控制的作用。同时节约水泥等原材料,节约成本。

(2)本工程主体工期为4~6月,温度13~30℃,时有风,要足够重视试块早期养护,做好保暖防风措施,标准试块要及时送标养室。

(3)由试块强度值和主体回弹强度换算总平均值可知,表1中90%的试块强度偏高于主体混凝土强度,归其原因:一方面是取样不规范,人为提高试块混凝土强度;另一方面是商品混凝土罐车在运输中或到浇筑工地后,并未按照有关要求对罐车旋转搅拌,直接卸料,此时取样得到的拌合物内的粗骨料多,装入试模后很容易提高强度。所以必须专业人员取样,用事实的拌合物搅拌或拌合均匀,现场人工振捣制作试块,遵循规范,避免人为提高试块混凝土强度;混凝土厂加强运输人员的混凝土有关知识学习和正确执行,避免罐车运输过程中不转、少转等现象。

## 5 结束语

本文采用控制图 $X-R$ 法和非统计方法对实例进行分析,取得了有效结果。在工程过程中, $X-R$ 控制图法作为一种辅助的数理统计方法,简单易行,进行管理分析现场混凝土性能,可以掌握异常因素的信息,制定有效的措施,起到有效性性能监控,使现场混凝土性能更真实,过程更稳定等,一定程度上可以改善评定准确度,提高客户的满意度,节约成本和提高产品品质。

#### 参考文献:

- [1] 中国标准研究中心. GB/T 4091—2001 常规控制图[S]. 北京:中国标准出版社, 2001.
- [2] 张仁瑜. GB/T50107—2010 混凝土强度检验评定标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2010.
- [3] 赵凤龙. 控制图在质量管理中的应用[J]. 内蒙古统计, 2004(5):31-33.
- [4] 王岷.  $X-R$ 控制图法在混凝土骨料质量控制中的应用[J]. 低碳世界, 2017(29):206-207.
- [5] 佐用泰司. 工程管理计划和管理的新技术[M]. 北京:电力工业出版社, 1982:169-171.