

土颗粒分析结果自动计算与修正

王新玉

中铁隧道股份有限公司

DOI:10.12238/btr.v6i1.4067

[摘要] 文章从土的颗粒分析结果计算出发,通过电脑办公软件EXCEL电子表格实现土粒径分布曲线绘制及土有效粒径、限制粒径、d30等指标的计算,并通过修正准确计算出填料的不均匀系数、曲率系数及填料的其它级配指标,为填料的定名及定性提供依据。

[关键词] 不均匀系数; 曲率系数; 直线内插法

中图分类号: TU113.6+51 **文献标识码:** A

Automatic Calculation and Correction of Soil Particle Analysis Results

Xinyu Wang

China Railway Tunnel Stock Co., Ltd

[Abstract] Based on the calculation of soil particle analysis results, the paper draws the distribution curve of soil particle size and calculates the effective particle size, restricted particle size and d30 of soil through the computer office software EXCEL spreadsheet, and accurately calculates the coefficient of uniformity, coefficient of curvatur and other grading indexes of filler through correction, which provides a basis for the naming and characterization of filler.

[Key words] coefficient of uniformity; coefficient of curvatur; method of linear interpolation

前言

应用电脑软件处理检测数据,在工作中得到日益广泛的应用。市场上的检测数据处理系统或软件有综合性(如:华岩试验室信息管理系统、工程试验信息管理系统、试验数据管理系统等)和功能单一(如:地质雷达检测数据分析软件、锚杆检测数据分析软件、回弹数据处理程序)的两种。这些管理系统及数据处理软件不仅提高检测人员的工作效率,而且提高了检测数据处理的准确度,从而提升检测单位的管理水平。

本文主要讲述通过电脑办公软件EXCEL电子表格实现土粒径分布曲线绘制及土的有效粒径、限制粒径、d30等指标的计算过程,并通过修正准确计算出填料的不均匀系数、曲率系数及填料的其它级配指标,为填料的定名及定性提供依据。同时揭示目前该EXCEL电子表格存在的不足及修正方法。

1 填料颗粒大小分布曲线图

1.1 检测数据

某高速铁路项目基床底层用填料(1)筛分结果见表1。

根据高速铁路的设计要求,基床底层用填料粒径应符合:(1)不应超过60mm(满足要求);(2)级配符合A、B组填料要求;(3)颗粒结构符合 $D_{15} < 4d_{85}$ 。

1.2 颗粒大小分布曲线图

根据填料(1)的筛分结果,利用电脑办公软件EXCEL电子表

格实现土粒径分布曲线绘制。

1.2.1将表1数据放到EXCEL工作簿B3:H16单元格中。

1.2.2选择数据表中C4:C15及H4:H15区域单元格,在主菜单中选择【插入】,在【图表】工具栏“插入散点图(X、Y)或气泡图”的下拉菜单“散点图”中选择“带平滑线和数据标志的散点图”。

1.2.3设置X(水平)轴、Y(垂直)轴格式及标题。

(1)选定图表X(水平)轴右键点击,在弹出快捷菜单中选择“设置坐标轴格式”命令,弹出的“设置坐标轴格式”列表框,在“坐标轴选项”选项区中依次选择“最大坐标轴值(纵坐标轴交叉)”、“对数刻度(基数10)”、“逆序刻度值”;同时把边届选项的“最小值”设为“0.01”,“最大值”设为“100”;单位选项的“大”设为“10”,“小”设为“10”。

(2)选定图表Y(垂直)轴右键点击,在弹出快捷菜单中选择“设置坐标轴格式”命令,弹出“设置坐标轴格式”列表框,在“坐标轴选项”选项区中把边届选项的“最小值”设为“0”,“最大值”设为“100”;单位选项的“大”设为“10”,“小”设为“5”。

(3)分别选定图表在X(水平)轴、Y(垂直)轴点击右键,在弹出快捷菜单中选择“添加次要网格线”命令,添加次要网格线。

(4)调整“图表区”及“绘图区”的大小,设置图表区的标题为“颗粒大小分布曲线图”,添加“水平(值)轴标题”、“垂直(值)轴标题”分别为“土粒直径(mm)”、“小于某粒径之土质量百分数(%)”。所得图表见图1。

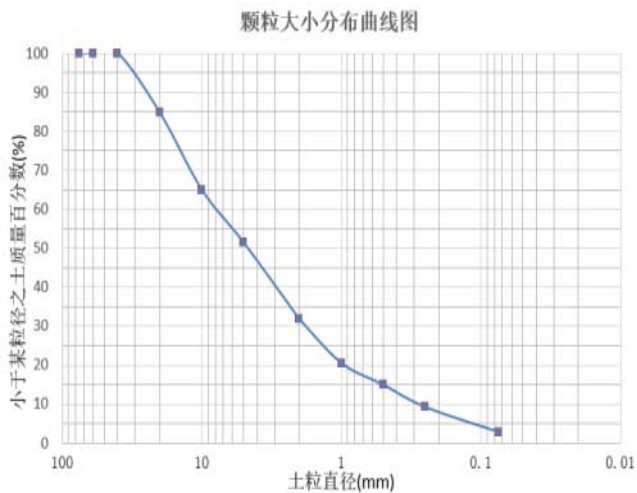


图1 颗粒大小分布曲线图

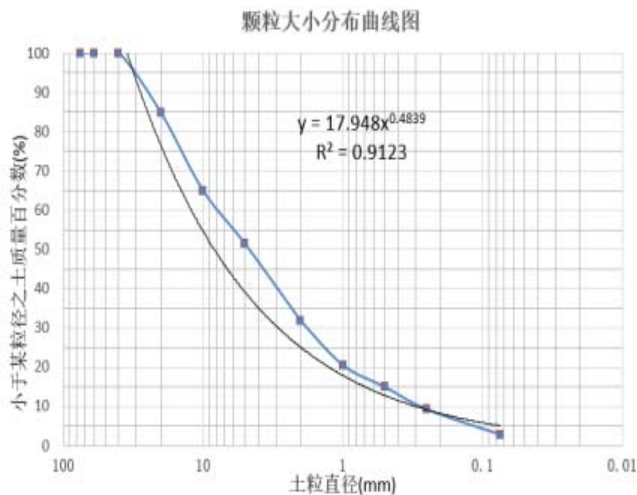


图2 颗粒大小分布曲线图趋势线

2 填料颗粒分析数据处理

对土的颗粒大小分布曲线添加趋势线。选定绘图区曲线右键点击,弹出快捷菜单中选择“添加趋势线”命令,在“设置趋势线格式”列表框中“趋势线选项”选项区选择“乘幂”,“趋势预测”选项区选择“显示公式”、“显示R的平方值”。所得图表见图2。

由图可知,该填料颗粒大小分布曲线的趋势线最接近“乘幂”函数。虽然如此,但是从曲线图上可看出,趋势线的位置和实际分布曲线图的点差别较大。而在数据处理时采用“直线内插法”或“幂函数法”求取土的有效粒径、限制粒径、d30等指标。

2.1 “直线内插法”求有效粒径、限制粒径、d30计算

(1)在L3、M3、N3、O3单元格依次输入“大于60的通过率”、“小于60的通过率”、“大于60的筛孔”、“小于60的筛孔”。

(2)L4、M4、N4、O4单元格依次输入“=IF(AND(\$H4>60,\$H5<=60),\$H4)”(返回大于通过率为60的最小值)、“=IF(AND(\$H4>60,\$H5<=60),\$H5)”(返回小于通过率为60的最大值)、“=IF(AND(\$H4>60,\$H5<=60),\$C4)”(返回L4对应的筛孔尺寸)、“=IF(AND(\$H4>60,\$H5<=60),\$C5)”(返回M4对应的筛孔尺寸);然后同时选择L4、M4、N4、O4单元格,左键移至O4单元格右下角,当鼠标呈现“+”,按住左键向下拖至O16单元格进行填充。

(3)在P3、Q3、R3、S3单元格依次输入“大于30的通过率”、“小于30的通过率”、“大于30的筛孔”、“小于30的筛孔”;在T3、U3、V3、W3单元格依次输入“大于10的通过率”、“小于10的通过率”、“大于10的筛孔”、“小于10的筛孔”;在X3、Y3、Z3、AA3单元格依次输入“大于15的通过率”、“小于15的通过率”、“大于15的筛孔”、“小于15的筛孔”;在AB3、AC3、AD3、AE3单元格依次输入“大于85的通过率”、“小于85的通过率”、“大于85的筛孔”、“小于85的筛孔”。

(4)把L4:O4区域单元格中的公式,复制到P4:S4区域单元格中,并把公式中的“60”改为“30”,并向下填充到第16行;用同样的方法完成T4:AE16区域编制。

(5)利用通过率接近60%两个点(65.0, 1.000)、(51.5, 0.6990)[考虑半对数分布曲线及计算方便,将筛孔尺寸取以10为底的对数,且X、Y轴数据对换],利用“直线内插法”求得d60数值:将N17、O17单元格合并,L17、M17、N17单元格依次输入“土粒直径”、“通过率”、“直线方程Y=AX+B(半对数)”,选定L17、M17、N17单元格向后填充至AE17单元格。

(6)在L18、L19、M18、M19单元格中分别输入“=MAX(N4:N16)”、“=MAX(O4:O16)”、“=MAX(L4:L16)”、“=MAX(M4:M16)”,N18、N19单元格中分别输入“=LOG10(L18)”、“=LOG10(L19)”,O18、O19单元格中分别输入“=M18”、“=M19”;在L20、L21单元格中分别输入“斜率”、“截距”,M20、M21单元格中分别输入“=INDEX(LINEST(N18:N19,O18:O19),1)”、“=INDEX(LINEST(N18:N19,O18:O19),2)”,O20、O21单元格中分别输入“60”、“=ROUND(M20*O20+M21,4)”,N21、O21单元格中分别输入“D60”、“=ROUND(POWER(10,N20),2)”求得D60为7.75。

(7)把L18:O21区域单元格的内容复制到P18:AE21区域,同时把对应单元格为“60”、“D60”单元格为别改为“30”、“D30”、“10”、“D10”、“15”、“D15”、“85”、“D85”,从而求得D30为1.79,D10为0.28,D15为0.51,D85为20.18。

(8)L22、M22、N22、O22、P22、Q22、R22、S22、T22、U22单元格分别合并,并依次输入“直线D60”、“直线D30”、“直线D10”、“直线D15”、“直线D85”;L23、M23、N23、O23、P23、Q23、R23、S23、T23、U23单元格分别合并,并依次输入D60、D30、D10、D15、D85对应计算值。

(9)在L24、L25单元格输入“=L23”,在M24、M25单元格输入“0”、“60”;然后复制L24:M25区域内容复制到N24:U25区域,同时把单元格为“60”的单元格为别改为“30”、“10”、“15”、“85”。

表1 填料(1)筛分结果

分析筛类别	孔径(mm)	分计留筛试样质量(g)	累计留筛试样质量(g)	小于该孔径的试样质量(g)	小于该孔径的试样质量百分数(%)	小于该孔径占试样总质量百分数(%)
粗筛	75	0	0	3500	100.0	100.0
	60	0	0	3500	100.0	100.0
	40	0	0	3500	100.0	100.0
	20	531	531	2969	84.8	84.8
	10	693	1224	2276	65.0	65.0
	5	478	1702	1798	51.4	51.4
	2	685	2387	1113	31.8	31.8
细筛	2	0.0	0.0	300.0	100.0	31.8
	1	106.3	106.3	193.7	64.6	20.5
	0.5	53.6	159.9	140.1	46.7	14.9
	0.25	53.7	213.6	86.4	28.8	9.2
	0.075	60.3	273.9	26.1	8.7	2.8
筛底留存(g)		24.9	298.8	1.2	0.4	0.1

表2 填料小于该孔径占试样总质量百分数

孔径(mm)	60	40	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.075
填料1	100.0	100.0	84.8	65.0	51.4	31.8	20.5	14.9	9.2	2.8
填料2	100.0	100.0	79.8	59.9	48.6	32.2	21.5	13.2	7.4	2.1
填料3	100.0	99.5	90.2	88.9	86.2	80.3	65.8	39.4	18.0	6.7

表3 填料级配指标数据

指标	D85			D60			D30			D15			D10		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
土样1	20.18	20.13	20.13	7.75	7.89	7.88	1.79	1.82	1.81	0.51	0.51	0.51	0.28	0.28	0.28
土样2	23.91	23.30	23.75	10.02	10.04	10.00	1.73	1.71	1.74	0.58	0.60	0.59	0.34	0.36	0.36
土样3	4.15	4.17	3.90	0.71	0.78	0.84	0.37	0.39	0.39	0.18	0.21	0.20	0.11	0.12	0.11

表4 填料定名及组别

方法	曲率系数			不均匀系数			定名	填料组别
	内插法	幂乘法	修正法	内插法	幂乘法	修正法		
土样1	1.5	1.5	1.5	27.7	28.2	28.1	良好级配细角砾	A1
土样2	0.9	0.8	0.8	29.5	27.9	27.8	间断级配中角砾	B1 B2
土样3	1.8	1.6	1.6	6.5	6.5	7.6	均匀级配含土粗砂	B3

(10) 在绘图区右键点击, 在弹出快捷菜单中选择“选择数据”, 在弹出“选择数据源”对话框中“图例项”选项下左键点击【添加】, 弹出“编辑数据系列”对话框, 在“系列名称”选项下输入“直线D60”; “X轴系列值”选项下点击【选择区域】, 在“编辑数据系列”对话框选择L24:L25区域; “Y轴系列值”选项下点击【选择区域】, 在“编辑数据系列”对话框选择M24:M25区域; 用相同的方法依次添加“直线D30”、“直线D10”、“直线D15”、“直线D85”。

2.2 数据修正

利用办公软件的放大功能, 把直线D60和曲线的交汇点放大(400%), 见图3。

由图可知所得D60结果偏大, 利用人工修正L23单元格的数值为7.88时, 直线D60和曲线交汇点通过率为60% (见图4); 然后用相同的方法对D30、D10、D15、D85的结果进行修正, 所得结果分别是1.81、0.28、0.51、20.13。



图3 直线D60和曲线的交汇点

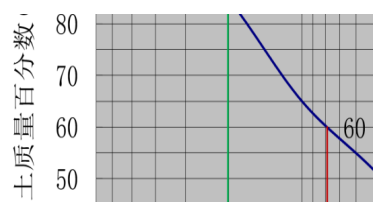


图4 直线D60和曲线的交汇点(修正后)

2.3 “幂函数法”求有效粒径、限制粒径、d30计算

利用通过率接近60%两个点(10, 65.0)、(5, 51.5), 用插入图表的方法, 通过添加趋势线(“乘幂”)求得回归方程, 从而计算D60。

(1) 选定L18:M19区域单元格, 用上述相同的方法插入图表, 设置方法同上。在绘图区右键点击, 在弹出快捷菜单中选择“选择数据”, 在弹出“选择数据源”对话框中“图例项”选项下选择“系列1”, 点击【编辑】, 弹出“编辑数据系列”对话框, “X

轴系列值”选项下点击【选择区域】, 在“编辑数据系列”对话框选择L18:L19区域; “Y轴系列值”选项下点击【选择区域】, 在“编辑数据系列”对话框选择M18:M19区域。

(2) 选定绘图区曲线右键点击, 弹出快捷菜单中选择“添加趋势线”命令, 在“设置趋势线格式”列表框“趋势线选项”选项区选择“乘幂”, “趋势预测”选项区选择“显示公式”、“显示R的平方值”。

(3) 利用得到的回归公式计算D60计算结果为7.89; 然后用相同的方法求得D30为1.82, D10为0.28, D15为0.51, D85为20.13。

(4) 方法对比。为了比较“直线内插法”(方法1)和“幂函数法”(方法2)的准确性, 我们引入另外二组填料检测数据, 见表2; 级配指标计算结果见表3(人工修正称方法3)。

根据表3数据进行分析, 针对不同级配的填料, “直线内插法”和“幂函数法”准确程度不同; 在使用方法上“直线内插法”比“幂函数法”更简单, 所以推荐大家使用“直线内插法”处理填料的级配数据, 结合人工修正, 可得到更准确的结果。

2.4 填料的不均匀系数、曲率系数及组别

(1) 将L26、M26、N26、O26、L27、M27、N27、O27单元格分别合并, 并在L26、N26、P26依次输入“不均匀系数”、“曲率系数”; 在L27、N27单元格依次输入“=ROUND(L23/P23, 2)”、“=ROUND(N23*N23/(L23*P23), 2)”, 求得不均匀系数、曲率系数分别为28.14、1.48。

(2) 根据表3数据计算曲率系数、不均匀系数, 并定名划分组别见表4。

3 结束语

(1) 利用“直线内插法”处理填料的级配数据方法简单; (2) 结合人工修正法可得到准确的级配数据。

[参考文献]

- [1] TB 10001-2016, 铁路路基设计规范[S].
- [2] TB 10102-2010, 铁路工程土工试验规程[S].
- [3] 崔立超. Excel 高效办公函数与图表[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012.

作者简介:

王新玉(1978--), 男, 汉族, 河南新野人, 本科, 工程试验检测师, 从事工程试验检测及管理。