粉喷桩计量装置在杭州市绕城高速公路北线施工中的应用

王　恕
（杭州市交通设施建设处，杭州，310000）
张士励
（浙江省交通工程建设集团第四交通工程有限公司，杭州，310000）

提　要　通过分析粉喷桩计量装置在杭州市绕城高速公路北线施工中的应用情况，提出各种计量的优缺点，为今后采用提供一些帮助。

一　概　况

粉喷桩以其加固后地基强度大、工后沉降小的特点，在高速公路桥头路基处理中得到广泛的应用。在建成的沪宁高速公路的实践证明，采用粉喷桩加固桥头路基，减少了工后的沉降，避免了桥头搭接路段的路面加固，同时车辆运营更加安全舒适。

杭州市绕城高速公路北线地处杭嘉湖地区，是典型的软土地区，为建成高标准的高速公路，北线桥头路基大面积采用粉喷桩来加固地基。为确保工程质量，在粉喷桩施工时要求配备粉喷桩计量装置，并把施工中的有关数据打印出来，实现电脑自动记录打印。

目前，国内生产的粉喷桩计量装置有四种以上，使用较多的有铁道部武汉工程机械研究所生产的 GJ4-1 粉喷桩记录仪、杭州半山仪表厂生产的 SXL 双相称重喷粉计量仪、杭州森宇电子有限公司生产的 FZ－1 型粉喷记录仪、上海探矿厂生产的 SFT-2 粉喷桩记录仪。以上四种产品在绕城北线施工中都得到了应用。

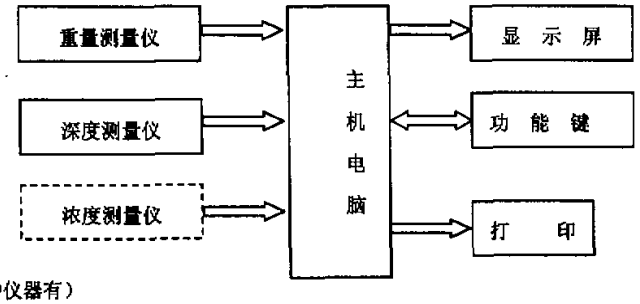
二　粉喷桩计量装置的结构原理

各种粉喷桩计量仪的结构原理大致相同，主要采用电子称重、深度测量、电脑主机组成。电脑主机根据搜集到的重量信号、深度信号进行数据处理，并把结果在屏幕上显示出来，并打印。

重量测量仪都是采用电子传感器来测量灰罐的重量变化，通过电缆线传输给主机电脑。

深度测量仪大多采用光电编码器来搜集钻杆提升下降的变化，通过电缆线传输给主机。

主机电脑把搜集的重量信号、深度信号进行数据处理，再把处理数据的结果在显示屏上显示，操作人员根据电脑显示来控制施工。



（有一种仪器有）

图 1

各部件在钻机上所处部位如下图 2。

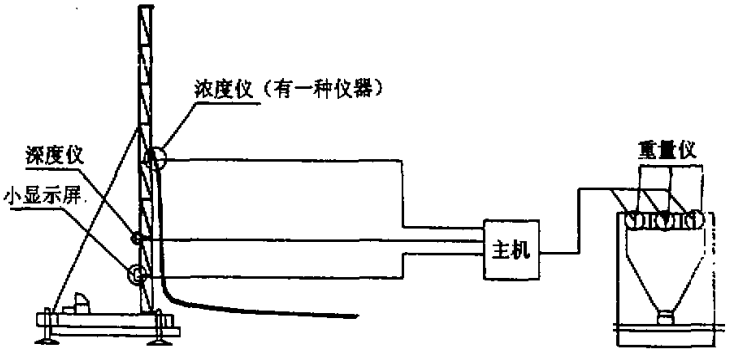


图 2

图 2 中浓度仪是仅一种仪器有，它主要是测试初始喷灰有无到达钻机而设置的，目的是控制初始计量必须初始灰到达浓度仪后才能开始，此功能较近似于其它仪器的预喷。

三　各种计量装置的差异

在绕城北线施工中，各种计量装置都在原有的基础上进行了改进，增加了防伪功能和原记录为每 1m 改为每 0.5m，并且为消除送灰罐车钻相连的管道的长度带来的滞后而增设了“预喷功能”。以下是四种计量装置各项指标的对照表。

从表 1 中看出，各种计量装置都离不开称重法，都是采用称重的方法来测量粉体的重量。

表1 计量装置各项指标的对照表

	FZ—1喷粉记录仪	SXL双相称重喷粉计量仪	GJ4-1喷粉记录仪	SFT-2喷粉记录仪
工作原理	称重法	称重法结合电容法	称重法	称重法
重量测量器	四只电子传感器（受压）	三只电子传感器（受拉）	三只电子传感器（受拉）	四只电子传感器（受压）
深度测量仪	光电编码器及传动装置	光电编码器及传动装置		
控制装置	工控箱	电脑主机	电脑主机	电脑主机
显示屏	一个，设在工控箱上	二个，主机电钻机上	二个，主机及电钻机上	一个，主机上
送粉装置	供粉泵	供粉泵	供粉泵	供粉泵
防伪	有	有	有	有
消除粉体滞后方法	预喷，但不显示，不单独记录	浓度控制，不显示，不单独记录	预喷，单独显示，单独记录	预喷，单独显示，单独记录

深度测量也主要是测试钻杆的位移值。重量测量、深度测量目前测试精度都较高，都能满足施工要求。而不同的是如何消除粉体滞后的能力。

粉喷桩施工工艺决定了灰罐的出灰量相对于钻头同一时刻的喷灰量是不一致的，水泥粉体从灰罐到达钻头后喷出，还有一定的时间差。水泥粉体在管道中是以脉冲形式输出，输出速度现场实测为0.75～1.0m/s，若按提升速度为I档0.57m/min、II档0.97m/min、III档1.70m/min三种，按正常情况40m输送管道计算，钻杆按10m计，钻杆内径为Φ33mm，相当于Φ50mm的橡胶管2.3m，这样粉体从灰罐送出到达钻头的时间为42.3s至46.4s。按I档或III档提升，无灰区或少灰区的桩长为0.40～1.60m，若管道更长，则无灰或少灰区更长。这种桩底部搅拌而无灰或少灰的现象，虽然对单桩或复合地基试验影响较小，但对整体荷载来讲影响较大，尤其对地基整体沉降影响较大。原因是粉喷桩群体形成一种假想的实体深基础，由于假想的实体深基础部分的底部属于一层扰动的软土，在受到整体荷载时，该层压缩，其压缩量比常规的原状软土还要大。

针对这一问题，在施工要求时采用预喷的方法来消除粉体滞后，一般预喷为20～25kg。

有一种是采用浓度来控制预喷的仪器。它是利用安装在水龙头上的浓度计测试有无水泥通过水龙头，若有通过，则指示电脑开始计量，若无水泥通过，则电脑不进行计量。

而直接预喷计量的计量仪是采用钻头到达底部后不提升，在原地搅拌，供灰泵开始送灰，并显示，直到钻头提升、预喷结束，并开始在对应提升米内计量，预喷量单独打印。

通过现场几种仪器使用发现，预喷量能显示并能打印出来的要直观，并能提醒操作人员及时改进。不能单独显示、单独打印的要难控制。

四　现场使用结果

通过现场大量使用，取得了明显的效果，利用预喷的方法能解决桩少灰的问题，也同时对粉喷桩施工起到了全过程的监控，并确保了原始记录的真实性，对确保工程质量起到了一定的作用。

参考文献

[1]《地基处理手册》编写委员会：《地基处理手册》，中国建筑工业出版社，1995。

[2] 龚晓南：《复合地基》，浙江大学出版社，1990。

[3] 吴祖福等：《粉喷桩喷粉计量的探讨》，见《高速公路软弱地基处理理论与实践》，上海大学出版社，1998.10。

[4] 边畔飞等：《改进粉喷桩计量方法的途径及装置》，见《高速公路软弱地基处理理论与实践》，上海大学出版社，1998.10。