

统计抽样法在公路工程审计中的应用

郭志东(博士), 刘 兵(博士生导师)

(河北工业大学工商管理博士后站, 天津 300400)

【摘要】在审计业务繁杂而审计资源有限的当前审计管理环境下,统计抽样技术为提高审计效能发挥了巨大作用。公路工程由于其施工过程的离散性,为统计抽样审计技术发展提供了更为广阔的应用空间。本文通过实例对公路工程审计中统计抽样分析的重要作用、特点类型进行了阐述,并对统计抽样审计方法产生的审计增值效益予以科学分析。

【关键词】统计抽样; 公路工程; 审计

我国《内部审计具体准则第18号——审计抽样》第13条明确规定:“审计抽样是指以数理统计方法为基础,按照随机原则从总体中选取样本进行审查,并对总体特征进行推断的抽样方法。”简言之,所谓统计抽样审计技术,就是审计人员运用客观的方法来决定样本量的大小并选择样本的抽样技术,是审计人员在一定可靠程度的基础上,对样本代表总体的程度进行量化评估的程序。由于其审计投资少,测试效率高,能使有限的审计资源产生最大的审计效能,因而在国内外审计实践中得到审计业界的广泛应用,受到各国审计工作者的青睐。因而,我国在《内部审计基本准则》第13条中也明确要求:“内部审计人员应深入调查,了解被审计单位的情况,采用抽样审计等方法对其经营活动及内部控制的适当性、合法性和有效性进行测试。”这从立法的角度对该技术的推广应用进行了明确规定,使统计抽样审计技术在国内审计实践中蓬勃开展。

一、统计抽样在公路工程审计中的重要作用

公路工程由于其建设的离散性大,建设过程控制环节纷繁复杂,因而对审计过程中代表性样品的筛选必须科学有效,能反映工程建设重点环节的整体水平。而统计抽样技术恰恰能够很好地满足这种专业性审计要求,因而在公路工程建设的过程审计中得以广泛应用。其重要性主要体现在以下几个方面:

1. 能够科学确定公路工程抽样规模。对公路工程某一建设环节来说,其发生的事件样本总量可能会有成百上千件,而要对这些事件进行逐项审计显然是难以实现的,而采取统计抽样技术进行取样数理分析,就可以合理确定出能科学表征事件样本总体的抽样规模,达到精简抽样工作量、提高抽样保证系数的显著功效。如公路路面工程的造价审计(以路面厚度控制)、路面质量水平审

计(以路面弯沉水平控制)等内容均可通过科学的抽样规则将抽样规模确定在科学合理的范围内,使审计规模科学有效。

2. 具有客观性和可验证性。在公路工程审计中通过采用统计抽样方法进行专项审计,使抽取的样本更具客观性,能够较好地表征样本的整体水平和实际状况,审计结果对公路工程管理评价工作有科学的指导作用和监督作用。同时按照统计抽样规则取得的统计抽样证据,由于其具有与工程实际高度的吻合性,因而据此得出的审计结论往往可以追溯验证,以实际的建设管理效能水平结果实现对审计结论的验证作用,确保公路工程审计工作的科学性和准确性。

3. 对已获证据具有可衡量性和可评价性。统计抽样所取得的审计证据是为了对所审计的公路工程事件作出客观公正的性质评价和数值认定,因而其采集的统计数据必须具有可衡量性和可评价性,以利于审计人员据此对事件作出科学准确的定性定量评价结论。如公路工程中抽取的工程质量数值(厚度、弯沉值等)、投资数值(分部分项工程投资额度、人材机花费等)均可定量评价出工程概预算偏离程度及符合度,进而得出其造价控制的合理性水平。在抽取的公路基建程序文件资料审查当中,则可由资料的完备程度及事件记录痕迹定性评价出公路工程建设的合规性及舞弊严重程度,为监督执纪提供很好的事实依据。

二、统计抽样的类型及取样规则

统计抽样审计按了解对象的特征不同(对不同方法的选择应根据对公路工程测试的目标不同而确定)分为属性抽样、变量抽样和货币单位抽样三种类型。

1. 属性抽样含义及其取样规则。属性抽样是指在精确度和可靠程度一定的情况下,为了测定总体的某种属

性发生频率而采用的抽样方法,主要用于公路工程内部控制制度的符合性测试。如工程拨款是否经授权、工程账款是否过期、变更事项是否合理、有无舞弊行为等。内部审计师据以评估总体情况的基础是差错发生率。按抽样方式不同,属性抽样又分为固定样本量抽样、发现抽样、连续抽样等。

一般地,属性抽样下抽取的样本量计算公式为:

$$n = [N \times U_r^2 \times P \times (1-P)]^2 / [N \times A^2 + U_r^2 \times P \times (1-P)]^2$$

式中:n为样本量; U_r 为可靠程度系数(一个正态标准差常被称为可靠程度系数);A为要求的精确度;P为预期总体差错率(等于偏差数/样本量)。

2. 变量抽样含义及取样规则。变量抽样指在精确度和可靠程度一定的情况下,为了测定总体的某种属性数值的大小或数值错误额的大小而采用的抽样方法。主要用于公路工程建设中发生的具体细目的实质性抽样测试,目的是获取总体货币金额的证据。如估计公路工程项目总体的工程量(长度、宽度、厚度)、工期跨度,核查各分部分项工程其中支付账项及账户余额等,从而判断账户是否存在重大错报,由样本的差错额据以推断总体的差错额。按抽样方式不同,变量抽样分为单位平均值估计抽样、比率估计抽样、差额估计抽样等方法。

变量抽样一般都呈标准的正态分布,样本量的计算公式分为两种情况:

(1)放回抽样情况下:

$$n = [U_r \times S_{xj} \times N]^2 / A^2 = [U_r \times S_{xj}]^2 / a^2$$

式中:n为样本量; U_r 为可靠程度系数(一个正态标准差常被称为可靠程度系数); S_{xj} =总体估计的标准离差= $[\sum (X_i - \bar{X}_{均})^2 / N]^{1/2}$;N为总体量;A为要求的精确度(总体的精确度或可容忍的总体最大误差);a为要求的精确度(抽样单位或个体的精确度)。

(2)非放回抽样情况下:

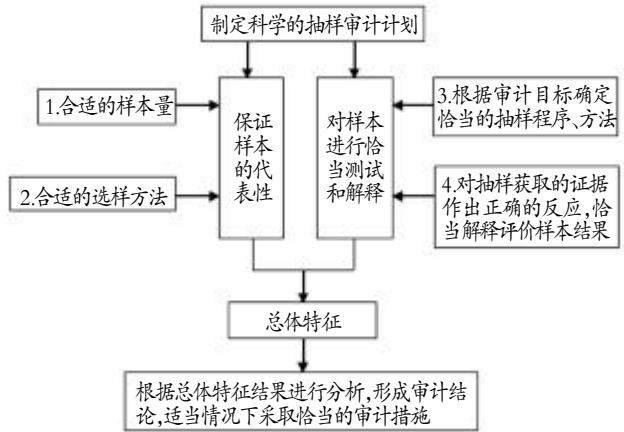
$$n' = n / (1 + n/N)$$

3. 货币单位抽样含义及取样规则。货币单位抽样是指每一货币单位作为抽样单位的一种统计抽样方法。它把属性抽样与变量抽样综合在一起,可以同时考虑总体的发生率和金额变异系数,适用于估计一定总体发生率下的最大金额差异数。通常货币单位抽样又被称为属性和变量联合抽样(CAV)、累进货币金额抽样(CMA)、按概率比例大小抽样(PPS)、与大小成比例抽样(SPS)。

三、统计抽样审计法的实施程序

公路工程在运用统计抽样法进行审计监督过程中,严格遵循科学的审计程序进行,以保证审计结论的客观、公正、准确和科学,减少审计错断的风险,在有限成本下合理实现审计目标。其实施程序如右上图所示。

实施中内审人员会根据样本误差,采用适当的方法对审计总体误差进行推断,并根据抽样结果评价,确定审



统计抽样审计程序图

计证据是否足以证实某一审计总体特征。如果推断的总体误差超过可容忍误差,则可通过增加样本量来提高可靠程度,降低抽样风险。

四、统计抽样法在公路工程审计中的实际运用

2014年笔者在对蓟县盘山大道路面工程造价的审计过程中,按照审计合同目标对路面厚度水平与设计要求的吻合度进行审计核算。该路面设计为7cm厚AC-25粗粒式沥青砼下面层+4cm厚AC-13细粒式沥青砼上面层,按照《交通运输部内部审计实施细则》及《公路工程交竣工验收规范》的规定,以路面钻芯机每1000米每路幅钻取芯样1个的标准,对5.569km下面层钻取12个芯样,实测数据如表1所示:

表1 盘山大道下面层厚度抽样审计实测值

桩号(右幅)	0+080	1+450	2+300	3+210	4+100	5+100
实测数据(cm)	5.0	6.0	6.0	7.9	5.8	6.2
桩号(左幅)	5+210	4+590	3+510	2+490	1+550	0+225
实测数据(cm)	5.0	6.1	5.3	6.0	5.1	6.4

根据以上数据,采用数理统计方法分析如下:

$$h_{均} = 1/n \sum x_i = (5+6+6+7.9+5.8+6.2+5+6.1+5.3+6+5.1+6.4) / 12 = 5.9 \text{ (cm)}$$

$$S_x = [1/(n-1) \sum (x_i - \bar{x}_{均})^2]^{1/2} = [1/(12-1) \sum (x_i - 5.9)^2]^{1/2} = 0.8$$

公路工程厚度服从概率分布中的t分布规律,其分位点a通常取值为0.025。

在n=12, a=0.025的分布条件下,查t(n)分布表可知: $t_{0.025}(12) = 2.1788$ 。

$$t_a / n^{1/2} = t_{0.025}(12) / 12^{1/2} = 2.1788 / 12^{1/2} = 0.6290$$

确定抽样厚度的统计代表值:

$$h_{代表} = h_{均} - t_a / n^{1/2} \times S_x = 5.9 - 0.629 \times 0.8 = 5.4 \text{ (cm)}$$

厚度代表值与厚度设计值的偏差=5.4-7.0=-1.6(cm)

按照《公路工程概算定额》、《公路工程预算定额》的

计价调整规定及盘山大道合同文件要求,盘山大道AC-25粗粒式砼面层预算费用为1 089万元,路面实际厚度代表值达到设计厚度要求的比率=5.4/7×100%=77.14%,核准费用=77.14%×1 089=840.05(万元),核减费用=1 089-840.05=248.95(万元),核减率=1-77.14%=22.86%。

同时审计结论指出,为达到路面设计质量标准的要求,建议将下面层不足的1.6cm厚度在上面层铺筑过程中予以补足,使沥青砼面层总厚度满足偏差不大于8mm的质量标准要求,即上面层铺筑厚度代表值应满足的范围在[4.8cm,6.4cm]区间内,方可验收通过,予以竣工结算。

根据设计标准,盘山大道日平均流量3 000辆、运营年限20年、基准收益率10%。通过考虑盘山大道建设投资和维修保养投资的时间价值,对审计建议的合理性和科学性分析如下:

由于沥青砼结构层设计厚度与实际厚度误差产生的使用价值差别要素如表2所示:

表2 沥青砼面层寿命周期效益成本要素分析

分析科目	原设计造价	实际造价
初始投资(万元)	1 089	840.05
年维护运行费[万元/(km·年)]	0.4	0.6
运输时间节约费用[元/(d·辆)]	1.0	0.4

原设计造价情况下的寿命周期成本=1 089+0.4×20×[(1+10%)²⁰]/[10%×(1+10%)²⁰]=1 157.11(万元)

原设计方案下运输时间节约费用=365×3 000×1.0÷10 000×[(1+10%)²⁰-1]/[10%×(1+10%)²⁰]=932.24(万元)

则:原设计方案下的效益成本=1 157.11-932.24=224.87(万元)

而实际施工厚度情况下的寿命周期成本=840.05+0.6×20×[(1+10%)²⁰-1]/[10%×(1+10%)²⁰]=942.21(万元)

施工厚度不足情况下运输时间节约费用=365×3 000×0.4÷10 000×[(1+10%)²⁰-1]/[10%×(1+10%)²⁰]=372.90(万元)

则:实际施工厚度产生的效益成本=942.21-372.90=569.31(万元)

通过比较可见,由于厚度不足,效益成本较设计效益成本提高额=569.31-224.87=344.44(万元)。

故审计建议要求其恢复设计结构厚度标准,无形中产生社会效益值344.44万元,实现了增值344.44万元的效益水平。

采用统计抽样方法取样实测分析,使盘山大道合同造价结算更为合理准确,与发生的实际费用相吻合,杜绝了国家资金超额拨付现象的发生,避免了国有资产的流失和不当拨付,产生资产保值效益达344.44万元,实现了

审计增效的预期目标。

五、统计抽样审计成效

在公路工程建设管理中通过采用统计抽样技术进行审计监督,使审计资源分配更趋合理、审计样本筛选更具代表性和科学性,提高了审计结论的科学公正性和客观性,审计效能大幅提高,产生了较好的审计效益。

以2014年对蓟县范围内公路工程项目审计的结果看,其审计效能如表3所示:

表3 2014年统计抽样审计公路建设项目效能

项目名称	审计事项	抽样指标	审计发现	纠偏挽回损失(万元)	审计成本节约额(万元)	审计结果认同度
盘山大道I期	造价审计	厚度核验	厚度不足,核减造价	248	10	100%
盘山大道II期	结算审计	厚度核验	厚度不足,核减结算额	160	7	100%
盘山大道III期	合规性审计	前期资料核查	招投标不规范,改进	28	6	100%
津围南路	支付审计	账项资料审核	中期支付滞后,改进	52(进度效益)	7	100%
候潭路	预算审计	设计文件、概预算书校核	结构设计保守,改进	70	5	100%

由表中数据可以看出,统计抽样审计降低了审计成本,将审计效能大幅提高,被审计单位对审计结论的认同度和信任度显著增高,全年挽回管理缺陷损失计558万元,节约审计成本35万元,收到了可观的审计效益。

六、结论

统计抽样审计技术在公路工程建设管理中的主流作用日益增强,其推广应用领域也得以不断拓展和延伸,技术先进性将在未来不断的实践摸索和理论创新中得以优化和提高。

主要参考文献

朱剑飞,侯春梅.统计抽样在基层人民银行内审工作中的应用研究[J].金融发展研究,2011(11).

王大春.统计抽样审计原理分析及在企业内审中的应用研究[J].财经纵横,2012(7).

胡亚敏.统计抽样调查方法在审计中的应用[J].审计观察,2009(9).

王锐.公路桥梁项目工程造价审计的方法及要点[J].审计月刊,2014(12).

中国内部审计协会.内部审计理论与实务[M].北京:中国石化出版社,2004.

陈魁.应用概率统计[M].北京:清华大学出版社,2005.