

文章编号: 0451-0712(2005)02-0072-05

中图分类号: U415.1

文献标识码: A

# 公路工程监理人员市场供需模型研究

李洪斌

(交通部基本建设质量监督总站 北京市 100736)

**摘 要:** 提出了建立监理人员需求和供给模型的方法,推导了计算公式。根据公路建设发展的历史数据,对历年公路建设监理人员需求和供给进行了计算和比较。

**关键词:** 公路; 监理; 需求; 供给; 模型

交通行业是我国最早实行监理制度的部门之一。从20世纪80年代中期至今,监理制度在公路建设领域的实践已经走过了20年的时间。在监理制度引进、推广、普及、提高的过程中,其为中国公路建设做出了重要贡献。

当今社会是科技和人才的时代,科学技术是第一生产力,而人才则是一个企业的核心竞争力。建立监理人员需求和供给模型,对监理人员供需有一个较明确的、具体的数字概念,可以为管理部门制定政策、宏观调控、进行决策提供手段和依据。

## 1 模型建立的前提条件

为了能够更明确地对问题进行分析,在这里需要进行几个假设作为前提条件,以减少外部干扰。在通过分析问题的症结之后,再适当考虑外部条件的作用。假设:

(1)所有获得监理资格的人员全部可以从事监理工作(仅指交通部监理工程师和专业监理工程师资格),不考虑获得省级交通主管部门专业监理工程师资格;

(2)不考虑人员的自然衰减因素;

(3)不考虑人员的监理工程师资格和专业监理工程师资格之间的区别,不考虑专业之间的区别及进场先后的影响;

(4)高速公路的施工期为3年,二级以上公路(不含高速公路,下同)施工期2年,不考虑缺陷责任期;

(5)不考虑二级以下公路。

## 2 监理人员需求模型的建立

### 2.1 公路在建里程一般计算模型的建立

设定基年的里程为零,并设公路建设项目的施工期为*i*年。

基年,第一个项目(里程长度 $\Delta_1$ )开工,到第1年的一整年时间段中,当年在建公路里程应是 $\Delta_1$ ;在这一年中第二个项目(里程长度 $\Delta_2$ )也开工建设,到第2年的一整年的时间段中,在建的里程就有 $\Delta_1+\Delta_2$ ;这时第三个项目也开工建设(里程长度 $\Delta_3$ ),到第3年的一整年的时间段中,在建的里程就有 $\Delta_1+\Delta_2+\Delta_3$ 。依次类推,到第*i*年,第1个项目完工,新增公路里程为 $\Delta_1$ ,而第2个项目将于次年(即第*i*+1年)完成,第3个项目将于后年完成,……,因此第*i*年在建的公

收稿日期:2004-11-21

corresponding post-evaluation is not timely carried on after the planning projects are accomplished, the post-evaluation method is put forward. It is a method that the analytic approach of accident statistics combines with expertise. Thus it can guide the rational application of the traffic safety facilities system of expressway network.

**Key words:** expressway network; planning of traffic safety facilities; method of analysis of accident statistics; method of expertise; post-evaluation

路里程就是  $\Delta_1 + \Delta_2 + \cdots + \Delta_{i-1} + \Delta_i$ ；因此，第  $n$  年的在建里程应该是  $\Delta_{n-(i-1)} + \Delta_{n-(i-2)} + \cdots + \Delta_{n-1} + \Delta_n$ 。

因此，可以归纳出，所有工期为  $i$  年的公路建设项目，在第  $n$  年的时候，当年在建的公路里程的计算公式为：

$$K_{n,i} = \Delta_{n-(i-1)} + \Delta_{n-(i-2)} + \cdots + \Delta_{n-1} + \Delta_n$$
$$= \sum_{m=n-i+1}^n \Delta_m \quad (n \geq i)$$

式中： $K_{n,i}$  为所有工期为  $i$  年的公路项目在第  $n$  年时，当年的在建里程； $\Delta_{n-(i-1)}$  为当年新增里程（亦即第  $n-(i-1)$  年的新增里程）； $\Delta_{n-(i-2)}$  为次年新增里程（亦即第  $n-(i-2)$  年的新增里程）； $\Delta_{n-1}$  为第  $n-1$  年新增里程； $\Delta_n$  为第  $n$  年新增里程； $i$  为工期； $n$  为以基年为准的年份数。

特别地，当  $n < i$  时， $K_{n,i} = \Delta_1 + \Delta_2 + \cdots + \Delta_{n-1} + \Delta_n$

2.2 高速公路项目监理人员需求模型及计算公式

根据前面的假设，高速公路项目的施工期为 3 年，即  $i = 3$ ；同时，根据现行《公路工程施工监理规范》(JTJ 077-95) 的规定，监理人员应按 0.5 ~ 1.2 人/km 配备，其中高速公路和一级公路不少于 1 人/km。在本文中，当年在建的高速公路的全部现场监理人员按照 1 人/km 配备计算。同时，按照规范要求，全部现场监理人员中各部门负责人以及驻地监理工程师等高级监理人员不应少于总人员的 10%，各类专业监理工程师等中级专业监理人员不应少于 40%，按照规定这些人员必须具有部监理或专业监理工程师资格，因此在监理总人数中部监理和专业监理工程师资格的人员应为 50% 以上，本文按照 50% 计算。因此，每年在建高速公路项目的总需求就是当年在建的高速公路里程除以 2，即  $D_{express} = K_{n,3,express} / 2$ 。

为了便于理解和更直观地分析，在此将对高速公路项目具体类推一下。

基年第一个项目（里程长度  $\Delta_1$ ）开工，到第 1 年的一整年时间段中，当年的在建里程应是  $\Delta_1$ ；在这一年中第二个项目（里程长度  $\Delta_2$ ）也开工建设，到第 2 年的一整年的时间段中，在建的里程就有  $\Delta_1 + \Delta_2$ ；这时第三个项目也开工建设（里程长度  $\Delta_3$ ），到第 3 年的一整年的时间段中，在建的里程就有  $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$ ，至此，基年开工的第一个项目建成通车。

紧接着第 4 年，第 2 个项目建成通车，第 4 个项目开工……依次类推。

通过上述过程的类推，可以得出结论：全部高速

公路项目，某一年当年的在建里程为当年新增（建成通车）的项目里程、次年新增的里程（建成通车）、第三年新增的里程（建成通车）之和。

即，年度在建里程计算公式为：

$$K_{n,3,express} = \Delta_{n-2} + \Delta_{n-1} + \Delta_n$$

监理人员年度需求计算公式为：

$$D_{express} = (\Delta_{n-2} + \Delta_{n-1} + \Delta_n) / 2 \quad (n \geq 3)$$

式中： $\Delta_{n-2}$  为当年新增的里程； $\Delta_{n-1}$  为次年新增的里程； $\Delta_n$  为第三年新增的里程。

当  $n = 2$  时， $D_{express} = \Delta_1 + \Delta_2$ ；当  $n = 1$  时， $D_{express} = \Delta_1$ 。

2.3 二级以上公路项目监理人员需求计算公式

对于二级以上公路项目，根据前面的假设条件，其施工期为 2 年，即  $i = 2$ 。二级以上公路按照 0.5 人/km 配备，并按照前述现场机构中 50% 是部监理和专业监理工程师资格的人员的条件，因此，二级以上公路的年度监理人员需求就是当年在建里程除以 4，即： $D_{common} = K_{n,2,common} / 4$ 。

此类项目的年度在建里程计算公式和年度需求计算公式如下。

年度在建里程计算公式为：

$$K_{n,2,common} = \Delta_{n-1} + \Delta_n$$

监理人员年度需求计算公式为：

$$D_{common} = (\Delta_{n-1} + \Delta_n) / 4 \quad (n \geq 2)$$

式中： $\Delta_{n-1}$  为当年新增的里程； $\Delta_n$  为次年新增的里程。当  $n = 1$  时， $D_1 = \Delta_1$ 。

3.4 监理人员年度总需求数据计算

根据以上推导公式，结合交通部历年公布的统计数据，经过计算可得出相应高速公路项目的年度监理人员需求（见表 1）、二级以上公路项目的年度监理人员需求（见表 2）。

于是，可以计算出全部公路建设项目的年度监理人员总需求（见表 3），计算公式为：

总需求 = 当年高速公路监理人员需求 + 当年二级以上公路监理人员需求

$$\text{即：} D = D_{express} + D_{common}$$

3 监理人员供给

我们在这里讨论和分析监理人员的概念，是指获得交通部监理工程师资格和专业监理工程师资格的人员。由于公路工程的专业性较强，特别是监理人员需要有较丰富的现场管理经验，有较强的专业技术知识，要融汇贯通管理学、经济学等多学科的知

表 1 高速公路年度监理人员需求计算

	年份/年	累计里程	当年新增里程	当年在建里程	需求 ( $D_{express}$ )
基年	1985	$\Delta_1$ 开工	0	0	0
第 1 年	1986	$\Delta_1$ 在建 1 年, $\Delta_2$ 开工	0	147	74
第 2 年	1987	$\Delta_1$ 第 2 年, $\Delta_2$ 在建 1 年	0	271	136
第 3 年	1988	147	147	522	261
第 4 年	1989	271	124	427	214
第 5 年	1990	522	251	384	192
第 6 年	1991	574	52	626	313
第 7 年	1992	652	81	632	316
第 8 年	1993	1 145	493	1 489	745
第 9 年	1994	1 603	458	2 277	1 139
第 10 年	1995	2 141	538	3 213	1 607
第 11 年	1996	3 422	1 281	6 637	3 319
第 12 年	1997	4 771	1 394	8 228	4 114
第 13 年	1998	8 733	3 962	11 543	5 772
第 14 年	1999	11 605	2 872	10 704	5 352
第 15 年	2000	16 314	4 709	13 525	6 763
第 16 年	2001	19 437	3 123	13 431	6 716
第 17 年	2002	25 130	5 693	15 653	7 827
第 18 年	2003	29 745	4 615	16 277	8 139
第 19 年	2004	35 099	5 345	19 116	9 558
第 20 年	2005	41 416	6 317	22 567	11 283
第 21 年	2006	48 870	7 454	...	...
第 22 年	2007	57 666	8 796	...	...

注:1. 数据来源于历年公路水运交通行业统计分析报告;2. 2004 年及以后累计里程的数据为预计值,按照 2003 年的 18% 年增长率计算;3. 里程单位,km;4. 需求单位,人。

识。因此,交通系统监理供给的渠道是唯一的,即通过交通部的审批或通过交通部组织的全国统一考试。在 2003 年以前主要采取的是省级交通主管部门初审、交通部进行审批的方式;2003 年开始在山东、辽宁、四川、湖南等 4 个省率先进行了考试试点,通过试点积累了经验,而后在 2004 年在全国 31 个省(区、市)进行了统一考试,近 3 万人参加了考试,取得了圆满成功。随着政府精简行政审批改革的不断深化,通过全国统一考试来获得监理资格将成为主导方式。

因此,公路工程监理人员供给的来源就是每年通过考试(或审批)人员数量的多少,每年监理人员的总供给数量就是当年监理人员累计数量(见表 4)。

表 2 二级以上公路年度监理人员需求计算

年份/年	累计里程	减去高速公路里程	当年新增里程	当年在建里程	需求 ( $D_{common}$ )
1980	12 783	—	—	—	—
1985	21 616	—	—	—	—
1990	46 515	45 993	—	—	—
1991	51 200	50 626	4 633	12 358	3 090
1992	59 003	58 351	7 725	17 323	4 331
1993	69 094	67 949	9 598	20 372	5 093
1994	80 326	78 723	10 774	26 541	6 636
1995	96 631	94 490	15 767	30 046	7 512
1996	112 191	108 769	14 279	31 711	7 928
1997	130 972	126 201	17 432	31 753	7 939
1998	149 255	140 522	14 321	31 472	7 868
1999	169 278	157 673	17 151	32 238	8 060
2000	189 074	172 760	15 087	49 643	12 411
2001	226 753	207 316	34 556	51 851	12 963
2002	249 741	224 611	17 295	34 516	8 629
2003	271 577	241 832	17 221	33 593	8 399
2004	293 303	258 204	16 372	33 519	8 380
2005	316 767	275 351	17 147	35 034	8 759
2006	342 108	293 238	17 887	...	...

注:1. 数据来源于历年公路水运交通行业统计分析报告;2. 2004 年及以后累计里程的里程数据为预计值,按照 2003 年的 8% 年增长率计算;3. 里程单位,km;4. 需求单位,人。

表 3 年度监理人员总需求

年份/年	高速公路需求 ( $D_{express}$ )/人	二级以上需求 ( $D_{common}$ )/人	总需求 ( $D$ )/人
1996	3 319	7 928	11 247
1997	4 114	7 939	12 053
1998	5 772	7 868	13 640
1999	5 352	8 060	13 412
2000	6 763	12 411	19 174
2001	6 716	12 963	19 679
2002	7 827	8 629	16 456
2003	8 139	8 399	16 538
2004	9 558	8 380	17 938
2005	11 283	8 759	20 042

4 需求与供给综合比较

我们将表 1、表 2、表 3、表 4 中 1996 年以来的数据绘制于一张图上(见图 1,图中虚线表示是预测值)。从图 1 可以看出,理论上目前部监理和专业监理资格的人员供给可以满足当年高速和二级以上公路建

表 4 年度监理人员总供给

年份 年	批数	批准 文件号	监理 工程师	当年监 理工程师	当年 累计数	供给
1996	对 1996 年之前获得资格的人员复查	交公路发 [1998] 249 号	2 668	335	3 003	3 003
1997	8	交公路发 [1997]433 号	310	1 215	4 528	4 528
1998	—	—	0	0	4 528	4 528
1999	9	交公路发 [1999]91 号	574	1 363	6 465	6 465
2000	10	交公路发 [2000]82 号	631	1 919	9 015	9 015
2001	11	交公路发 [2001]111 号	674	2 076	11 765	11 765
2002	12	交公路发 [2002]253、 313、517 号	0	5 324	17 089	17 089
2003	13(考试 试点)	交质监发 [2004]79 号	390	462	17 941	17 941
2004	全国统考	交质监发 [2004]349 号	1 183	4 105	23 239	23 239
2005	—	—	6 971		30 210	30 210

注：1. 数据来源于交通部历年批准文件，单位，人；2. 2005 年的数据按照 2004 年的增长率 30% 计算。

设的需求。这种局面的转变和形成是从 2002 年开始，2002 年供给基本上刚好能满足需求，超过需求 3.8%；到 2003 年供给超过需求 8.5%，2004 年供给将超过需求 29.6%。

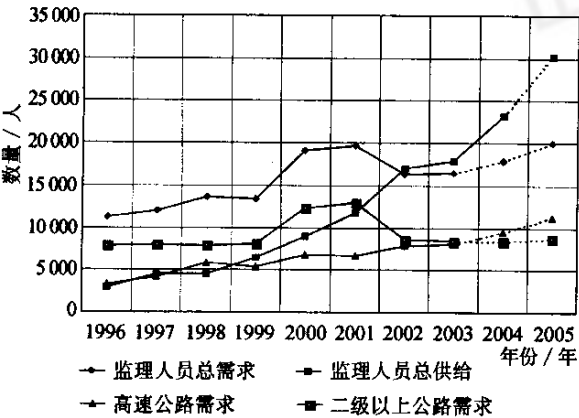


图 1 监理人员理论需求与理论供给比较

同时还可以直观地看出，高速公路的发展明显地经历了几个跨越式的发展，反映到图上就是出现

了几个明显的台阶，1997 年~1998 年、1999 年~2000 年、2001 年~2002 年~2003 年。而对于二级以上公路，尽管从大的发展趋势上来看，起伏不大，基本维持在一个相对稳定的水平上，但 1999 年、2000 年、2001 年、2002 年构成的梯形区域，反映出在 1999 年~2000 年、2000 年~2001 年二级以上公路曾经有一个较大规模发展，在 2001 年~2002 年，建设水平又恢复到历史水平上来，因此，也造成总需求曲线也同样存在一个梯形区间。

5 考虑几个假设条件的影响

这里需要强调的是，前面进行监理人员供需分析时，先进行了几个假设，这也是分析问题所必须的，其目的是排除次要因素的干扰。但是在实际应用中，就应当把假设的条件按照实际发生的情况加以考虑，否则就不能符合实事求是的原则。

首先，因为人口有其自然衰减规律，所以我们假设的“不考虑人员的自然衰减因素”的情况在实际中不可能发生。按照统计数据，我国人口每年自然衰减率为 6‰ 左右，按照这个比例计算的每年的供给量要比不考虑衰减的数据减少 1%~2% 左右（见表 5）。而“所有获得监理资格的人员全部可以从事监理工作”的假设也是不可能发生的，至于有多大比例的人员长期从事监理工作，目前由于没有详尽的统计资料，无法进行定量分析。但是可以明确的是，不是所有获取资格的人员都在长期从事监理工作，这也是造成目前监理人员供给紧张的一个主要方面，如果真如所言“只有一半的有证人员在从事监理”，那么供给的缺口就非常大。因此，综合两方面的影响，实际的总供给要比表 4 中所列数量少。

其次，我们来讨论“不考虑人员的监理工程师资格和专业监理工程师资格间区别，不考虑专业区别及进场先后的影响”、“高速公路的施工期为 3 年，二级以上公路（高速公路除外）施工期为 2 年，不考虑缺陷责任期”等几个假设。第一，根据我国公路建设的经验，工期这个指标的假设接近于平均值，作为理论分析可以近似地认为是符合实际的。第二，监理工程师资格与专业监理工程师资格业务范围的差别、进场的先后等虽然可能会减少某一个特定项目的年度需求，但在分析整个市场时可以忽略其影响。第三，缺陷责任期阶段，多数监理企业不会投入骨干力量，因此这个阶段对需求影响极小，也可忽略不计。

表 5 考虑人口自然衰减因素后的总供给变化情况

年份/年	总供给/人	考虑自然衰减后的总供给/人	减少比例/%
1996	3 003	3 003	0
1997	4 528	4 509	0.4
1998	4 528	4 481	1.1
1999	6 465	6 391	1.1
2000	9 015	8 902	1.3
2001	11 765	11 599	1.4
2002	17 089	16 853	1.4
2003	17 941	17 604	1.9
2004	23 239	22 786	1.9
2005	30 210	29 620	2.0

注:1. 参考《中国统计年鉴》(2003)中人口的有关数据,人口自然衰减率按每年 6‰计;2. 考虑自然衰减后的总供给=前一年数据 $\times$ (1-6‰)+当年新增数据;3. 由于 1996 年的数据是对 1997 年之前的人员进行复查的结果,可以认为是自然衰减后的累计数据。

再次,我们分析“不考虑二级以下公路”这个假设。尽管监理制度的实施目前主要落实到了二级及以上等级的公路建设项目上,但是随着建设管理的加强和手段的完善,二级以下公路项目的监理模式、组织形式、人员要求也会逐步规范,这也将会成为监理人员需求的一个比较重要的方面。根据交通部《二〇〇三年公路水路交通统计分析报告》,截止到 2003 年,全国通车公路里程有 180.98 万 km,其中二级及以上高等级公路里程达到 27.16 万 km,二级及二级以上高等级公路所占比重只占 15%,二级以下公路虽然等级低,但总量却很大(占 85%),一旦对这些项目进行规范化监督管理,监理人员总需求将会大大增加。

因此,监理人员实际的总需求要比分析结果(表 3)要大,而总供给则要比前面分析计算得出的结果(表 4)要小,制定政策和考虑发展进程时应当考虑到这方面的影响,至于影响的程度或者具体数值,需要进一步调研、积累资料进行分析。

至于获得省级交通主管部门专业监理工程师资格的人员,按照规定这类人员只能从事属地的二级以下公路的监理,因此在分析中可暂不予考虑。

## 6 结语

监理供给和需求模型的建立和计算,为宏观分析监理人员供给和需求提供了一条重要途径和思路。解决监理人员供需之间的问题,主要应按照公路建设的需求现状,适当考虑远期规划,综合考虑影响需求的各种主要因素,进行需求分析。根据需求分析结果,制定政策使供给能满足建设需求,保证工程建设顺利实施。特别强调的是,应该加强对监理市场现状的数据调查和分析研究,为发展和规划提供基础数据资料。

今后一段时间内公路建设对监理人员的需求规模仍将保持较高水平。根据交通部的规划:到 2010 年公路总里程要达到 230 万 km,高速公路里程达到 5.5 万 km,二级以上公路总里程达到 42 万 km。到 2020 年公路总里程达到 300 万 km,高速公路里程达 8.5 万 km,二级以上公路总里程达 65 万 km。因此,到 2020 年的这一段时期内,公路建设仍会有一个较大规模的发展阶段,对监理人员的需求量也会有增无减,在制定计划和规划时要综合考虑各种影响因素,以满足公路建设和经济发展的需要。

# Research on Supervisor Supply and Demand Model of Highway Engineering

LI Hong-bin

(General Supervision of The Infrastructural Constructions, MOC, Beijing 100736, China)

**Abstract:** One way to establish the model of supervisor demand and supply is provided, and the calculating formula derived in this paper. According to the history data of China highway construction development, the demand and supply of the past years is calculated and compared.

**Key words:** highway; supervisor; demand; supply; model