



2012-2013

*Report on Advances in  
Highway Engineering*

中国科学技术协会 主编  
中国公路学会 编著

中国公路学会

道  
路  
工  
程  
学  
科  
发  
展  
报  
告

中国科学技术出版社



014033621

U41

23

2012-2013

2012-2013

# 道路工程

## 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN  
HIGHWAY ENGINEERING

中国科学技术协会 主编

中国公路学会 编著



中国科学技术出版社

· 北京 ·



北航

C1721808

U41

23

2012-2013

## 图书在版编目 (CIP) 数据

2012—2013 道路工程学科发展报告 / 中国科学技术协会主编；中国公路学会编著。—北京：中国科学技术出版社，2014.2

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-6529-4

I. ①2… II. ①中… ②中… III. ①道路工程—学科发展—研究报告—中国—2012—2013 IV. ①U41-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 006360 号

策划编辑 吕建华 赵晖  
责任编辑 包明月  
责任校对 赵丽英  
责任印制 王沛  
装帧设计 中文天地

出版 中国科学技术出版社  
发行 科学普及出版社发行部  
地址 北京市海淀区中关村南大街 16 号  
邮编 100081  
发行电话 010-62103354  
传真 010-62179148  
网址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开本 787mm×1092mm 1/16  
字数 348 千字  
印张 14.5  
版次 2014 年 4 月第 1 版  
印次 2014 年 4 月第 1 次印刷  
印刷 北京市凯鑫彩色印刷有限公司  
书号 ISBN 978-7-5046-6529-4/U·87  
定价 52.00 元

(凡购买本社图书，如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责调换)

2012—2013

# 道路工程学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN  
HIGHWAY ENGINEERING

总顾问 胡希捷

首席科学家 周海涛

顾问组成员 (按姓氏笔画排序)

弓天云 刘文杰 刘家镇 李作敏 邹虎啸  
张元方 张喜刚 周伟 赵喜安 黄卫津  
蒋树屏

专家组成员 (按姓氏笔画排序)

马如进 王伟 王东卫 王达磊 王旭东  
王志广 王芳其 王保垒 王彦莹 王艳华  
王萌萌 巨荣云 牛开民 尹志逸 孔亚平  
邓涛 邓卫东 冯苠 冯忠绪 乔云  
刘伟 刘光焱 刘泽强 刘炳伟 刘继红  
关卫省 阮欣 孙立军 李江 李文杰  
李亚茹 李祝龙 杨志峰 杨季湘 吴学军  
沙爱民 沈毅 宋桢 张兰军 张会华  
张密科 陈艾荣 陈学平 陈济丁 林志  
易亚滨 周晓宇 周晓航 周晨静 郑健龙  
赵丽萍 赵君黎 柯代琳 侯荣国 秦峰  
秦志东 顾敬岩 钱永栋 高虹 高凡丁

高秋波 唐小淳 唐伯明 陶双成 梅君  
曹立新 崔海龙 阎备战 逯一新 彭锐  
董博昶 裴志浩 谭鸿迅 魏巍

学术秘书 韩立萍 徐伟 李璐 周晶晶

樊奇峰 向丽 总

李素霞 宋学林 首

(李耕画墨力耕体) 员桂庄 向丽

樊奇峰 焦玲平 钱家俊 张文钦 云天华  
李江霞 孙春霞 余圆 易春华 衣永华  
胡桂英

(李耕画墨力耕体) 员桂庄 宋学

宋跃王 焦玲平 丘春王 陈玉王 张咏良  
李静王 黄春王 姜利王 其善王 九涉王  
牛亚庆 郭春华 陈兆华 云荣华 范薇王  
云春春 郭忠华 黄春春 高立华 郭军  
连静秋 郭丽秋 郭新秋 郭洁秋 朴秋  
李文季 王春季 王立季 王洁季 郭江关  
罕学吴 黄春耐 常晓耐 张洁耐 郭亚季  
罕会齐 王立婧 郑宋 郑武 郭文哲  
志科 丁春娟 平常娟 张艾娟 林容娟  
连静璇 郭晓璇 郭知璇 宁晓璇 郭亚璇  
郭春春 国茱莉 郭办诗 郭慧诗 葛丽诗  
王玉高 政高 郭采诗 郭晓诗 木志柔

# 序

科技自主创新不仅是我国经济社会发展的核心支撑，也是实现中国梦的动力源泉。要在科技自主创新中赢得先机，科学选择科技发展的重点领域和方向、夯实科学发展的学科基础至关重要。

中国科协立足科学共同体自身优势，动员组织所属全国学会持续开展学科发展研究，自2006年至2012年，共有104个全国学会开展了188次学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告155卷，力图集成全国科技界的智慧，通过把握我国相关学科在研究规模、发展态势、学术影响、代表性成果、国际合作等方面的最新进展和发展趋势，为有关决策部门正确安排科技创新战略布局、制定科技创新路线图提供参考。同时因涉及学科众多、内容丰富、信息权威，系列学科发展报告不仅得到我国科技界的关注，得到有关政府部门的重视，也逐步被世界科学界和主要研究机构所关注，显现出持久的学术影响力。

2012年，中国科协组织30个全国学会，分别就本学科或研究领域的发展状况进行系统研究，编写了30卷系列学科发展报告（2012—2013）以及1卷学科发展报告综合卷。从本次出版的学科发展报告可以看出，当前的学科发展更加重视基础理论研究进展和高新技术、创新技术在产业中的应用，更加关注科研体制创新、管理方式创新以及学科人才队伍建设、基础条件建设。学科发展对于提升自主创新能力、营造科技创新环境、激发科技创新活力正在发挥出越来越重要的作用。

此次学科发展研究顺利完成，得益于有关全国学会的高度重视和精心组织，得益于首席科学家的潜心谋划、亲力亲为，得益于各学科研究团队的认真研究、群策群力。在此次学科发展报告付梓之际，我谨向所有参与工作的专家学者表示衷心感谢，对他们严谨的科学态度和甘于奉献的敬业精神致以崇高的敬意！

是为序。

孙立成

2014年2月5日

# 前 言

《2012—2013 道路工程学科发展报告》是“中国科协 2012—2013 学科发展研究项目”的重要组成部分，是中国公路学会学术建设的重要内容。由中国公路学会组织行业专家和学者于 2012 年 8 月正式启动发展报告的编写。

《2012—2013 道路工程学科发展报告》包括综合报告，道路（公路）工程、公路桥梁工程、公路隧道工程、交通工程、公路勘察设计及计算机应用技术、道路运输与现代物流、公路环境与可持续发展、客车技术和筑路机械 9 个方面的专题报告。本报告涵盖了我国道路工程领域核心技术和道路、桥梁、隧道在设计、施工、新设备、新材料、新工艺等方面的技术创新与应用情况，特别对道路工程学科近 5 年来所取得的技术进步、科技成果和工程应用进行了梳理、归纳和提炼，内容丰富、翔实，全面客观地反映了我国公路交通领域的科技发展水平。

本报告的首席科学家由交通运输部总工程师、中国公路学会副理事长周海涛担任。参与学科发展报告编写的专家学者投入了大量精力，多次召开专题讨论会，听取各方面的意见和建议，在短时间内高质量地完成了学科发展报告的编写任务，体现了公路科技工作者高度的社会责任感和无私奉献精神。在此，特向参与报告编写的所有人员表示真诚的感谢。

我们相信《2012—2013 道路工程学科发展报告》能为广大公路交通科技工作者提供技术参考，为行业管理部门制定相关科技政策提供依据。

由于编写水平有限，如有不当之处，敬请广大读者谅解并指正。

中国公路学会

2013 年 10 月

# 目 录

序 .....	韩启德
前言 .....	中国公路学会

## 综合报告

道路工程学科发展研究 .....	3
一、引言 .....	3
二、道路工程学科近年研究进展 .....	4
三、道路工程学科国内外研究比较与差距 .....	19
四、道路工程学科发展趋势及展望 .....	24
五、结束语 .....	28
参考文献 .....	29

## 专题报告

道路（公路）工程 .....	33
公路桥梁工程 .....	48
公路隧道工程 .....	63
交通工程 .....	89
公路勘察设计及计算机应用技术 .....	107
道路运输与现代物流 .....	121
公路环境与可持续发展 .....	132
客车技术 .....	152
筑路机械 .....	168
附录 .....	181

## **ABSTRACTS IN ENGLISH**

### **Comprehensive Report**

Report on Advances in Highway Engineering .....	205
---	-----

### **Reports on Special Topics**

Highway Engineering .....	210
Highway Bridge Engineering .....	211
Highway Tunnel Engineering .....	212
Traffic Engineering .....	213
Discipline of Highway Survey and Design and Computer Application Technology .....	214
Road Transport and Modern Logistics .....	215
Environment Protection and Sustainable Development for Highway .....	216
Coach Technology .....	216
Road Construction Machinery .....	217
索引 .....	219

11	施工(商公)手册
12	施工手册(公)
13	施工手册(公)
14	施工(商交)
15	本手册由项目及设计单位编撰
16	该手册由已编定的项目
17	项目文件由已编定的项目
18	本手册经
19	项目组改
20	手册
21	手册
22	手册
23	手册
24	手册
25	手册
26	手册
27	手册
28	手册
29	手册
30	手册
31	手册
32	手册
33	手册
34	手册
35	手册
36	手册
37	手册
38	手册
39	手册
40	手册
41	手册
42	手册
43	手册
44	手册
45	手册
46	手册
47	手册
48	手册
49	手册
50	手册
51	手册
52	手册
53	手册
54	手册
55	手册
56	手册
57	手册
58	手册
59	手册
60	手册
61	手册
62	手册
63	手册
64	手册
65	手册
66	手册
67	手册
68	手册
69	手册
70	手册
71	手册
72	手册
73	手册
74	手册
75	手册
76	手册
77	手册
78	手册
79	手册
80	手册
81	手册
82	手册
83	手册
84	手册
85	手册
86	手册
87	手册
88	手册
89	手册
90	手册
91	手册
92	手册
93	手册
94	手册
95	手册
96	手册
97	手册
98	手册
99	手册
100	手册
101	手册
102	手册
103	手册
104	手册
105	手册
106	手册
107	手册
108	手册
109	手册
110	手册
111	手册
112	手册
113	手册
114	手册
115	手册
116	手册
117	手册
118	手册
119	手册
120	手册
121	手册
122	手册
123	手册
124	手册
125	手册
126	手册
127	手册
128	手册
129	手册
130	手册
131	手册
132	手册
133	手册
134	手册
135	手册
136	手册
137	手册
138	手册
139	手册
140	手册
141	手册
142	手册
143	手册
144	手册
145	手册
146	手册
147	手册
148	手册
149	手册
150	手册
151	手册
152	手册
153	手册
154	手册
155	手册
156	手册
157	手册
158	手册
159	手册
160	手册
161	手册
162	手册
163	手册
164	手册
165	手册
166	手册
167	手册
168	手册
169	手册
170	手册
171	手册
172	手册
173	手册
174	手册
175	手册
176	手册
177	手册
178	手册
179	手册
180	手册
181	手册
182	手册
183	手册
184	手册
185	手册
186	手册
187	手册
188	手册
189	手册
190	手册
191	手册
192	手册
193	手册
194	手册
195	手册
196	手册
197	手册
198	手册
199	手册
200	手册
201	手册
202	手册
203	手册
204	手册
205	手册
206	手册
207	手册
208	手册
209	手册
210	手册
211	手册
212	手册
213	手册
214	手册
215	手册
216	手册
217	手册
218	手册
219	手册
220	手册
221	手册
222	手册
223	手册
224	手册
225	手册
226	手册
227	手册
228	手册
229	手册
230	手册
231	手册
232	手册
233	手册
234	手册
235	手册
236	手册
237	手册
238	手册
239	手册
240	手册
241	手册
242	手册
243	手册
244	手册
245	手册
246	手册
247	手册
248	手册
249	手册
250	手册
251	手册
252	手册
253	手册
254	手册
255	手册
256	手册
257	手册
258	手册
259	手册
260	手册
261	手册
262	手册
263	手册
264	手册
265	手册
266	手册
267	手册
268	手册
269	手册
270	手册
271	手册
272	手册
273	手册
274	手册
275	手册
276	手册
277	手册
278	手册
279	手册
280	手册
281	手册
282	手册
283	手册
284	手册
285	手册
286	手册
287	手册
288	手册
289	手册
290	手册
291	手册
292	手册
293	手册
294	手册
295	手册
296	手册
297	手册
298	手册
299	手册
300	手册
301	手册
302	手册
303	手册
304	手册
305	手册
306	手册
307	手册
308	手册
309	手册
310	手册
311	手册
312	手册
313	手册
314	手册
315	手册
316	手册
317	手册
318	手册
319	手册
320	手册
321	手册
322	手册
323	手册
324	手册
325	手册
326	手册
327	手册
328	手册
329	手册
330	手册
331	手册
332	手册
333	手册
334	手册
335	手册
336	手册
337	手册
338	手册
339	手册
340	手册
341	手册
342	手册
343	手册
344	手册
345	手册
346	手册
347	手册
348	手册
349	手册
350	手册
351	手册
352	手册
353	手册
354	手册
355	手册
356	手册
357	手册
358	手册
359	手册
360	手册
361	手册
362	手册
363	手册
364	手册
365	手册
366	手册
367	手册
368	手册
369	手册
370	手册
371	手册
372	手册
373	手册
374	手册
375	手册
376	手册
377	手册
378	手册
379	手册
380	手册
381	手册
382	手册
383	手册
384	手册
385	手册
386	手册
387	手册
388	手册
389	手册
390	手册
391	手册
392	手册
393	手册
394	手册
395	手册
396	手册
397	手册
398	手册
399	手册
400	手册
401	手册
402	手册
403	手册
404	手册
405	手册
406	手册
407	手册
408	手册
409	手册
410	手册
411	手册
412	手册
413	手册
414	手册
415	手册
416	手册
417	手册
418	手册
419	手册
420	手册
421	手册
422	手册
423	手册
424	手册
425	手册
426	手册
427	手册
428	手册
429	手册
430	手册
431	手册
432	手册
433	手册
434	手册
435	手册
436	手册
437	手册
438	手册
439	手册
440	手册
441	手册
442	手册
443	手册
444	手册
445	手册
446	手册
447	手册
448	手册
449	手册
450	手册
451	手册
452	手册
453	手册
454	手册
455	手册
456	手册
457	手册
458	手册
459	手册
460	手册
461	手册
462	手册
463	手册
464	手册
465	手册
466	手册
467	手册
468	手册
469	手册
470	手册
471	手册
472	手册
473	手册
474	手册
475	手册
476	手册
477	手册
478	手册
479	手册
480	手册
481	手册
482	手册
483	手册
484	手册
485	手册
486	手册
487	手册
488	手册
489	手册
490	手册
491	手册
492	手册
493	手册
494	手册
495	手册
496	手册
497	手册
498	手册
499	手册
500	手册
501	手册
502	手册
503	手册
504	手册
505	手册
506	手册
507	手册
508	手册
509	手册
510	手册
511	手册
512	手册
513	手册
514	手册
515	手册
516	手册
517	手册
518	手册
519	手册
520	手册
521	手册
522	手册
523	手册
524	手册
525	手册
526	手册
527	手册
528	手册
529	手册
530	手册
531	手册
532	手册
533	手册
534	手册
535	手册
536	手册
537	手册
538	手册
539	手册
540	手册
541	手册
542	手册
543	手册
544	手册
545	手册
546	手册
547	手册
548	手册
549	手册
550	手册
551	手册
552	手册
553	手册
554	手册
555	手册
556	手册
557	手册
558	手册
559	手册
560	手册
561	手册
562	手册
563	手册
564	手册
565	手册
566	手册
567	手册
568	手册
569	手册
570	手册
571	手册
572	手册
573	手册
574	手册
575	手册
576	手册
577	手册
578	手册
579	手册
580	手册
581	手册
582	手册
583	手册
584	手册
585	手册
586	手册
587	手册
588	手册
589	手册
590	手册
591	手册
592	手册
593	手册
594	手册
595	手册
596	手册
597	手册
598	手册
599	手册
600	手册
601	手册
602	手册
603	手册
604	手册
605	手册
606	手册
607	手册
608	手册
609	手册
610	手册
611	手册
612	手册
613	手册
614	手册
615	手册
616	手册
617	手册
618	手册
619	手册
620	手册
621	手册
622	手册
623	手册
624	手册
625	手册
626	手册
627	手册
628	手册
629	手册
630	手册
631	手册
632	手册
633	手册
634	手册
635	手册
636	手册
637	手册
638	手册
639	手册
640	手册
641	手册
642	手册
643	手册
644	手册
645	手册
646	手册
647	手册
648	手册
649	手册
650	手册
651	手册
652	手册
653	手册
654	手册
655	手册
656	手册
657	手册
658	手册
659	手册
660	手册
661	手册
662	手册
663	手册
664	手册
665	手册
666	手册
667	手册
668	手册
669	手册
670	手册
671	手册
672	手册
673	手册
674	

---

# 综合报告

---



# 道路工程学科发展研究

## 一、引言

道路工程是国民经济和社会的重要基础设施，在国民经济和社会发展中发挥着十分重要的作用。改革开放 30 年以来，我国公路建设抓住历史机遇，实现了跨越式发展，至 2012 年年底，全国公路总里程达 423.75 万公里。其中，高速公路达 9.62 万公里，总里程位居世界第一。至 2012 年年底，我国公路桥梁总数已达到 71.34 万座。其中主跨 400 米、600 米、800 米、1000 米以上的桥梁分别有 93 座、37 座、20 座、11 座。在建成的悬索桥、斜拉桥、拱桥和梁桥 4 类桥型的世界跨径前 10 位工程中，我国建造的桥梁又分别占有 5 座、6 座、5 座和 5 座，跨海长桥前 10 位占 6 位；至 2011 年年底，全国公路隧道总数已到达 10022 座、总长 8052.7 公里。其中特长隧道 441 座、总长 1984.8 公里；长隧道 1944 座、总长 3304.4 公里。建成了具有国际水平的 18 公里长度秦岭终南山特长隧道、约 8 公里长度上海崇明长江特长隧道、4 公里长度厦门翔安海底特长隧道等。

近年来，道路工程学科应用研究在多个领域内得到了长足的发展，取得了多项令人瞩目的成就。2008—2012 年，获得了国家科技进步奖一等奖 2 项，分别是“千米级斜拉桥设计施工关键技术”和“秦岭终南山公路隧道建设与运营管理关键技术”项目。获得了国家科技进步奖二等奖与国家技术发明奖二等奖 3 项，以及多项中国公路学会科学技术奖特等奖、一等奖及二等奖，充分证明了我国道路工程学科的发展态势。

近年来，我国道路工程学科基础研究也取得了很大进步。全国交通运输行业建立了 32 座行业重点实验室，取得了多项重要科研成果，培养了一批具备国际视野和水平的道路工程领域内的领军人才。

本报告在道路工程、公路桥梁工程、公路隧道工程、交通工程、公路勘察设计及计算机应用技术、道路运输与现代物流、养护技术、公路环境与可持续发展、客车技术、筑路机械等分学科报告的基础上，从可持续发展、灾害控制与安全以及智能化 3 个角度出发，归纳了近年来的创新研究成果，对比了国内与国外的学科发展情况，并在此基础上提出了学科未来的发展趋势与方向。

## 二、道路工程学科近年研究进展

在历经了我国公路建设热潮以及热潮引发的反思之后，我国道路工程学科针对多方内容开展了深入研究与探索，近年来的研究进展主要集中在可持续发展、灾害控制与安全以及智能化3个大的方向，以下从这3个方向出发对道路工程学科近年的研究进展进行归纳总结。

### （一）可持续发展研究系统展开

可持续发展的概念于20世纪80年代首次提出，其要求发展过程既满足当前需要又不削弱后代发展能力，使社会、经济与生态、环境的发展目标相协调。可持续发展自提出以来，在全世界各行业内都得到了充分的推广，其反映的发展理念得到了各国政府和民众的一致认可，我国于1994年批准了第一个国家级可持续发展战略。经过近20年的发展，可持续发展已成为了我国国家发展战略的中心，国家发改委于2012年颁布了《中华人民共和国可持续发展国家报告》，进一步明确了我国深入推进可持续发展战略的总体思路。

我国道路工程学科近年来的发展过程中，面对当前严峻的资源、生态和环境问题，坚持贯彻了可持续发展的理念，结合学科发展情况，在资源能源结构调整、环境污染整治、生态环境改善、产业结构调整以及生产工艺优化等多个方面开展了积极的研究，取得了一定的研究成果，为我国道路工程学科可持续发展的推广应用做出了显著的贡献。

以下是道路工程学科近年来在可持续发展领域内的主要研究成果。

#### 1. 道路工程环境与可持续发展基础理论

经过多年的科研和实践，逐步建立和充实了公路环境与可持续发展的相关理论，从环境保护与可持续发展的角度出发，在公路网规划、设计和建设过程中，丰富和发展了公路设计理念。将环保理念融入了公路网规划以及公路工程设计过程，基于“安全、高效、舒适、环保”的指导思想和基本原则，提出了灵活性设计、宽容性设计、关联性设计等新理念，促进公路建设可持续发展<sup>[1, 2]</sup>。

基于管理学、社会学和建筑学的基本理论，结合公路环境与可持续发展的学科特点，研究提出了和谐可靠度、全程环境管理等应用基础理论。从公路项目的立项阶段开始，到建设期、运营期的全过程，依据国家的环境政策、环境法律、法规和标准，按照公路建设与环境保护协调发展的原则，坚持宏观综合决策与微观管理监督相结合的要求，运用各种管理手段，调控公路建设决策、设计、施工和运营管理中各种行为，限制损害环境质量的活动，保障公路建设与运营，并维护沿线区域正常的环境质量和环境安全，实现公路建设

可持续发展的行为总体。另外还在研究基础上提出了人—道路—环境系统和谐可靠度理论，建立了山区等级公路运营期人—路—环境多因素非线性耦合系统安全和谐可靠度理论，以指导山区安全生态型道路设计和建设；发展了公路建筑学理论，提出将公路工程各结构物或构造物作为一个带状的建筑群来统一规划设计，实现了公路工程科学建设及和谐设计。西部交通建设科技项目“神农架木鱼坪至兴山昭君桥旅游公路环境工程技术研究与示范”（200731822115）依托于实际具体工程项目，针对山区旅游公路改扩建中的环境问题，研发与示范结合，提出了改扩建公路资源综合利用技术措施，总结提出了公路路域自然植被的诱导技术理念，在神宜公路改扩建以及武神公路十堰段改扩建工程、十漫、三峡翻坝高速公路建设工程中进行了推广应用，节约了相关项目建养投资接近1000万元，在神农架林区因神宜示范路建设带动旅游经济的发展，增收1627万元。

## 2. 道路建设可持续发展

在科学发展的理念指导下，公路建设的可持续发展受到了社会与业内的重视。由废旧轮胎制备橡胶粉的改性沥青技术实现了工业废料的循环利用，沥青、水泥路面材料通过现场或场地冷、热工艺实现了路面材料的再生利用，上述技术均在北京长安街改造等重大工程中得到应用，取得了明显的经济效益与社会效益。采用添加剂改变沥青材料的路用性能和施工和易性，形成了低能耗、低排放的温拌、冷拌技术，逐渐被业内所认识。利用高黏度沥青和升级配设计，形成了排水路面结构形式，改善了路面的抗滑性能、防止雨天水雾影响驾驶视线，明显地提高了车辆行驶的安全性。

在传统的日常养护、小修、中修、大修养护体系的基础上，对道路的养护管理引进了预防性养护和全寿命周期费用分析基础上的养护设计理念，变以往的被动性养护为主动性养护、一般性养护为针对性养护，从而提高了有限养护资金的使用效率，保证了道路的使用状况。另外，通过对老路基的阶梯状切割和新土基的加固处理、新路基的重型压实以及土工材料的铺设，有效地解决了新、老路基的衔接问题。

在路面结构领域，针对重载交通下的结构耐久性和路面使用性能问题，开展了沥青路面、水泥路面设计方法的研究，完善了适应我国特点的沥青路面设计指标、参数与方法，提出了沥青层与无机结合料层疲劳、路基与沥青层永久变形、沥青层低温开裂的多指标设计体系，形成了较为完整的重交通沥青路面设计方法。在路面材料方面，研究了沥青混凝土损伤演变与破坏过程，分析了沥青混凝土内部空隙分布、构造特征与应变的不均匀分布，外加剂改性机理的研究，为解决我国高等级公路路面早期病害、完善路面使用性能、延长路面的使用寿命提供了理论依据。安徽省交通运输厅2004年科技计划项目“公路沥青路面再生技术研究”对干线公路沥青路面再生的成套技术进行了有针对性的深入研究，结合干线公路病害特征提出了不同沥青面层再生方案的选择策略，针对干线公路不同沥青路面提出了再生利用工艺、材料组成和质量控制措施，在安庆、宿州、池州、滁州、六安5个地市的沥青道路上应用了厂拌热再生、厂拌冷再生、就地冷再生3种再生技术，为安徽省道路建设工程投资减少了约5亿元。

### 3. 勘察设计新理念及理论支撑体系

在公路勘察设计过程中，提出了以“以人为本、安全至上，保护环境、和谐自然，节约资源、持续发展，质量第一、公众满意，指标恰当、创作设计，系统思想、周期成本”为核心的勘察设计总体原则和“安全、环保、舒适、和谐”新的公路勘察设计指导思想，通过“灵活设计”和“创作设计”实现公路在自然与社会大环境中的系统最优目标；提出了“理念是灵魂，管理是关键、设计是核心、施工是保证”的公路建设与管理全过程4个控制环节的基础理念体系，具体是指：理念是直接引领设计、施工、管理各方统一思想的灵魂；管理是贯彻理念，组织设计、指导施工的控制性关键环节；设计是细化理念，寓创作于设计、寓理念于细节的设计是项目成功的核心；施工是实施理念，将理念、创作具体实现的保证。

在设计过程中更注重设计的灵活性，提出了公路设计灵活性的基本定义，即“在全面、系统地理解技术标准和设计规范本质的基础上，在保证安全的前提下，根据个性环境，灵活运用设计指标，寻求达到更符合公路可持续发展的需要和利益的目标”。其中“公路沿线”既包含公路本身，也包含了路域范围和沿线影响范围，即公路设计除考虑建设范围内的地理地貌、地形地质、水文气象等自然因素外，还需考虑沿线大范围影响区域内的人文历史、风俗文化、景观风貌等社会环境，这两方面都突破了传统公路设计范畴和设计内容。针对灵活性设计的影响因子和控制指标，提出了设计车速、车道宽度、部分几何线形等13项设计指标在通过对公路功能、设计车速、服务水平、车辆性能、驾驶行为、混合交通等影响设计指标控制因素进行综合分析和评价论证后可实施的灵活度和灵活性设计原则。

根据公路隶属于包括在自然环境和社会环境中的大的环境系统概念，提出了环境赋予公路个性、设计赋予公路“艺术创作”空间并决定其品质的新的设计思想，阐述了“以美学的角度鉴别公路线形和结构物设置的可行性，以游客的视野审视道路及附属设施与环境协调的合理性”的具体解释。创作设计的目的在于激发公路设计者的想象力、独创性和灵活性，通过采用多学科设计团队的综合设计手段，在保证公路系统安全及出行需要的同时，全面考虑公路周边的景观、历史、美学与其他文化价值和环境特征，确定和维护公路设计主题，从游客的视野分析公路设计方案在自然和社会环境中的美学意义。

### 4. 基于给定结构寿命的桥梁设计过程

20世纪以来，我国建设了大量公路桥梁并投入运营，为减小日益严重的公路桥梁耐久性问题造成的经济损失与桥梁结构损伤，根据桥梁建设实情，建立了桥梁寿命周期基础理论<sup>[3, 4]</sup>，开展其在桥梁工程设计中的应用研究。

在桥梁寿命周期设计过程中引入了时间参数，在设计阶段将决策考虑的时间域展到桥梁结构的整个寿命周期。以设计预期给定的桥梁结构寿命为基础，开展结构设计、材料性能、构造细节、施工方法、管养计划等多方研究，制定具体的设计过程，以确保桥梁结构

在给定寿命内达到预期的性能要求，实现桥梁设计过程的可持续发展目标。

在基于给定寿命的设计过程中，将桥梁寿命给定的过程由被动选择变为主动确定：通过综合考虑桥梁寿命周期内的各种需求，在桥梁造型、性能、生态、管养设计过程的辅助之下，依据寿命周期成本最低的原则进行合理给定。桥梁给定设计寿命的确定过程综合了当时技术水平、业主和用户需求，以及桥址现场和预期使用条件，对桥梁总体布置、构造设计、后期管养以及最终寿命周期成本的确定均存在显著影响。

基于给定结构寿命的桥梁设计过程则具体包括寿命确定、造型设计、性能设计、生态设计、管养设计 5 个主要内容，对于复杂设计过程面临的复杂决策问题，利用了成本分析以及风险评估 2 种主要的决策方法进行评估和科学决策。在这一设计过程中，耐久性问题作为影响桥梁寿命周期的重要因素<sup>[5]</sup>，在性能设计中进行了深入的分析考虑。

## 5. 预防性养护技术

预防性养护是一种观念的转变，是由被动养护转为有计划、超前的主动养护，是寿命周期理论在公路养护管理学科中的体现，在适当的时机，采取适当的措施，实现综合效益的提高<sup>[6]</sup>。预防性养护作为一个完整概念是于 20 世纪 80 年代提出的，是一种周期性的强制保养措施，也就是在道路没有发生结构性破坏以前，为了更好地保持道路的良好运营状态，在适当的时间，采取相应的技术措施，以延长道路使用寿命<sup>[7]</sup>。

交通运输部曾就公路预防性养护问题，要求各级交通部门要从贯彻落实科学发展观、建设节约型行业的高度，充分认识推行预防性养护的重要性和紧迫性，实现全寿命周期公路养护成本最小化。“十二五”规划中明确要求加快推行预防性养护，研究制订预防性养护指导政策、技术标准。加强预防性养护新设备、新材料、新技术和新工艺的研究，推行低碳、环保、节能养护，努力形成成套技术标准体系。预防性养护就是一种周期性的强制保养措施，他并不考虑路面是否已经有了某种损坏，而是通过采用先进的检测技术努力拓宽人们对于道路早期病害的认识空间，提前发现道路隐藏的隐形病害的存在，并施以正确的预防性养护措施，其核心是要求采用最佳成本效益的养护措施，强调养护管理的计划性。湖南省科技项目（05FJ4032）、湖南省交通建设科技项目（200602）“南方多雨潮湿地区高速公路水泥混凝土路面预防性养护技术研究”制定了南方多雨潮湿地区高速公路水泥混凝土路面预防性养护的路面状况评价指标及其标准，建立了相关预防性养护路面使用性能预测模型，开发了合理的水泥混凝土路面预养护技术，制定了相关预养护措施设计与施工技术指南，在京珠高速公路湘潭至耒阳段、耒阳至宜章段等 10 余条高速公路及二级公路的养护取得了良好的应用，共节约养护费用约 7400 万元，取得了显著的经济效益和社会效益。

## 6. 路域生态保护及水土保持

在路域植被保护、路域植被恢复、路域动物保护、路基土壤侵蚀防控、路面径流利用等方面取得技术突破，从 2011 年开始，在东、中、西部重要生态功能区和生态脆弱区，