

# 关于斜拉桥缆索体系的 国际调查

严国敏

**[引言]**：对斜拉桥缆索的原有各种防腐方法已经指出存在有各种各样的问题，并针对这些问题提出新的防腐方法。在一些关于斜拉桥缆索的技术研究委员会中，对斜索的设计、制造、架设与维修养护及其动向所见所闻有必要加以归纳和总结的议论是非常活跃的。出于这样的背景，德克萨斯大学在1993年3月，收集了有关斜拉索设计、制造、架设和长期防腐等各行业界的意见，进行旨在明确目前技术动向的国际调查。

## 1. 调查概要

调查的主题限于斜拉桥的缆索体系，并制定了①设计，②防腐方法，③养护管理，④制造架设，⑤景观，⑥市场的呼声等项目。调查对象有北美、欧洲、亚洲与澳大利亚等190家的业主、建设行业、设计咨询、制造厂商以及研究单位。得到有效的回答共计62家。

调查资料由意图说明、专门用语(专业名词)的定义、征询意见等3部分组成。征询意见中共准备了29个项目，其中18项询问采用打分(0—10)分的形式作回答，7项采用是非法(是或不是)回答，4项采用文字叙述回答。

## 2. 调查结果的分析方法

调查结果整理成能比较而容易看清的图表形式。在掌握总的情况的同时可以查清各地区与各行业的动向，是非常有意义的。在作分析比

较时，对地区分为：北美、欧洲、亚洲(包括澳大利亚)等三组，行业分为：制造、发包(业主)、设计(包括咨询、研究与开发)及建造(施工)等四组。地区与行业的细目分别由图1与图2表示。在地区中以北美占40%为最多，大体上三组差不多。在行业中以设计所占的55%为最多，其次是25%的发包者，再下面就比较偏少。

为了有效地掌握动向，对各项目都作成8种条形图表来表示，第1种为全部回答(总的情况)的图表，第2—4种为按地区分类的图表，第5—8种为按行业分类的图表。

关于上述采用打分方法来作回答的18个项目，将每个项目的分数值合计后将其平均分数值用最高分10相除后以百分数的形式来表示。即某一项目为100%时，表示全部回答者对该项目均打10分。对采用是非法来回答的项目，分别对“是”及“否”用百分数来表示。

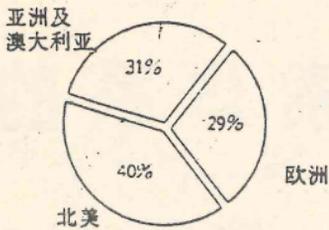


图1 调查地区细分

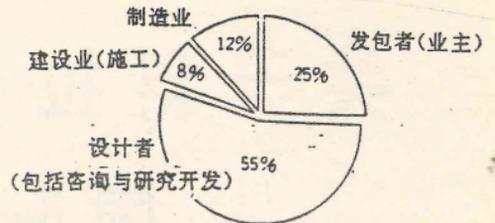


图2 调查行业细分

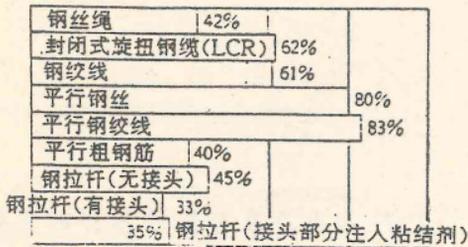


图3 (1)-1 的调查结果总的情况

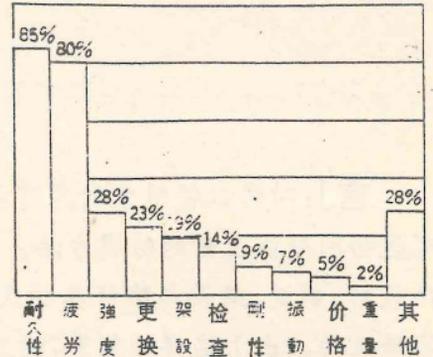


图5 (1)-2 的调查结果(总的情况)

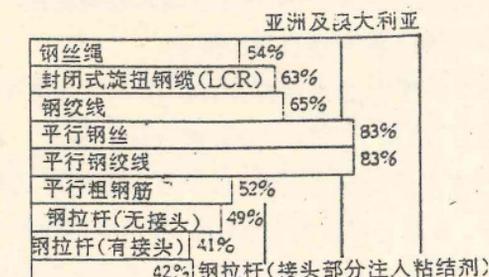
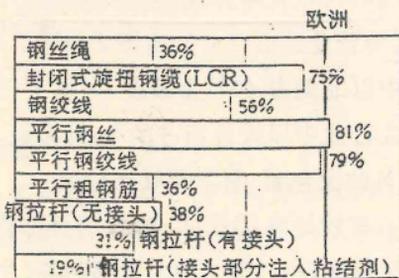
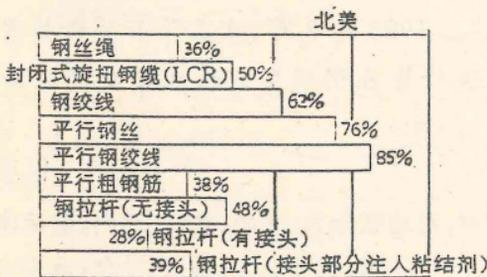


图4 (1)-1 的调查结果(按地区分类)

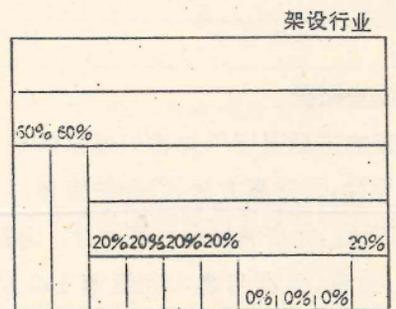


图6 (1)-2 的调查结果(按行业分类)

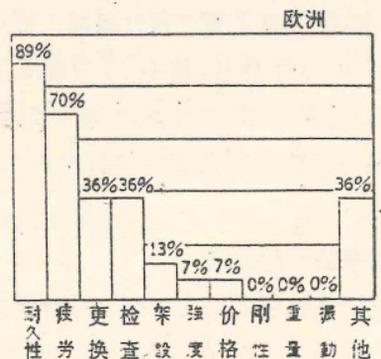


图7 (1)-2 的调查结果(按地区分类)

### 3. 调查结果的考察与动向的分析

以下介绍的是在进行调查中提出的主要项目。

#### (1) 设计

##### (1)—1 “哪种缆索体系在构造性能上比较优越?”

调查结果是由平行钢绞线(7丝钢绞线)组成的斜索得到的评价最高,平均分为83%,即8.3分,其次是平行钢丝索为80%,即8.0分,占第二位(见图3)。正在施工中的斜拉桥有很多考虑采用平行钢绞线,但值得注意的是对平行钢丝索的打分很高。另外,封闭式旋扭钢绞线的得分也较高,在60%(平均6分)以上。可以看出,对采用粗钢筋或钢拉杆的形式,每种得分均较低,约为40%(平均4分)。从地区分类来看(图4),欧洲与亚洲及澳大利亚的平行钢绞线和平行钢丝索的得分比率大致同样的高,但北美对平行钢绞线得分平均为8.5来说,平行钢丝索的平均得分为7.6是稍微低了一些。而且,从行业的分析中来看,虽然发包者(业主)对平行钢绞线的打分略比平行钢丝索高,但其他各行业对平行钢丝索的打分有较高的倾向。

##### (1)—2 “关于斜拉桥缆索体系的各调查项目中以哪3个为最重要的问题”

根据调查的结果,总的来说,对“耐久性”与“疲劳”2个项目的关心是占压倒的多数(图5)。其中,只有建筑业(施工)对“架设”与“疲劳”两个项目表示高度的关心,对其他项目则有关心不多的倾向(图6)。此外,从总的情况来看,关心“强度”的项目只占第三位,但只有欧洲的第三位关心项目是“更换”与“检查”(图7)。

##### (1)—3 “200万次疲劳的容许应力设计振幅是根据多少MPa来进行的?”

调查结果是,200万次疲劳的容许应力的振幅多数(87%)是按200MPa来进行设计的

(见图8)。在5种容许应力振幅的选择中以哪一种的打分最高?这个问题从地区分类来看(图9),以200MPa的得分最高,如北美为46%(平均4.6分),欧洲为64%(平均6.4分),亚洲及澳大利亚则150MPa与200MPa各为33%(平均3.3分)。在以行业分类的调查中,将容许应力振幅提高到250MPa的意见只有设计者一家略为多一些。此外,在回答中还有各种其他意见,如容许应力振幅应根据各工程的活载所占比例、桥梁种类(译注:可能是指公路桥、人行桥、铁路桥及公铁两用桥等种类)交通量的大小、缆索的种类等来决定。

从设计的观点来看,除了上述情况之外,应该避免在主塔顶部采用鞍座的方式,多数倾向采用锚固的方式。

#### (2) 防腐方法

##### (2)—1 “哪种缆索体系的防腐性能最优越?”

调查结果是,评价较高的为平行钢丝索的79%(平均7.9分)与平行钢绞线的77%(平均7.7分),见图10。这些分数比(1)—1中涉及的有关构造性能的分数低一些。平行粗钢筋索的防腐性能得分70%(平均7.0分)比其构造性能的40%(平均4.0分)得到更高的评价。此外,按地区分类整理的结果(图11),欧洲对封闭式旋扭钢绞线(LCR)的得分为72%(平均7.2分),比北美的55%(平均5.5分)与亚洲及澳大利亚的66%(平均6.6分)更高一些,这一点与构造性能的得分率有相同的倾向。另外,北美对平行钢绞线防腐性能的评价(79%)比平行钢丝索的77%还要高一些,但欧洲与亚洲及澳大利亚则相反,而是对平行钢丝索防腐性能的评价比平行钢绞线的高一些。按行业分类来说,制造业对平行钢绞线的防腐性能评价要比平行钢丝索高一些,但其他行业则对平行钢丝的防腐能力给以较高的评价。(待续)

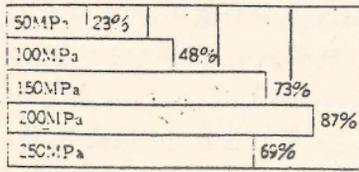


图 8 (1)—3 的调查结果(总的情况)

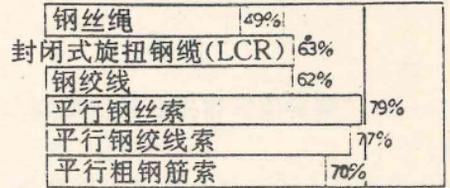


图 10 (2)—1 的调查结果(总的情况)

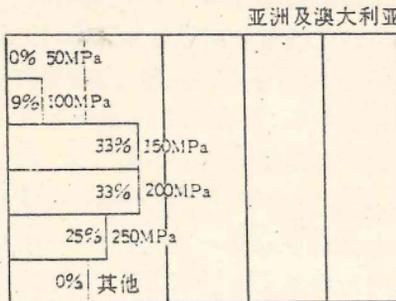
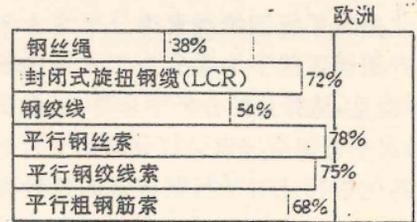
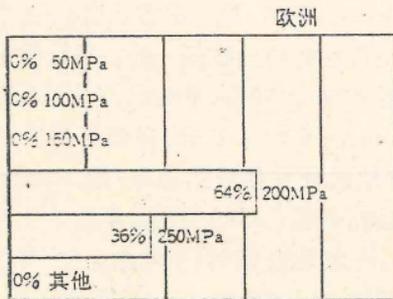
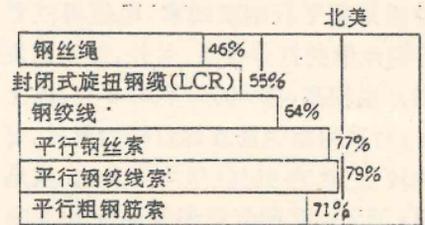
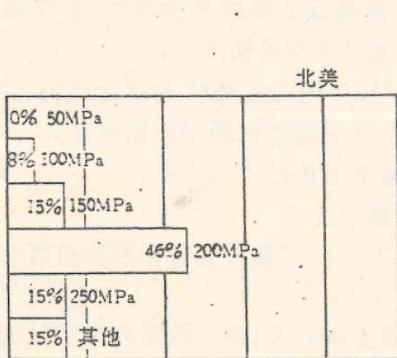


图 11 (2)—1 的调查结果(按地区分类)

图 9 (1)—3 的调查结果(按地区分类)