

土钉墙设计 施工与监测手册

TUDINGQIANG SHEJI SHIGONG YU JIANCE SHOUC

美国交通部联邦公路总局 (FHWA-SA-96-069R)

余诗刚 译



中国科学技术出版社

TU472.99
S-748

土钉墙设计与施工与监测手册

余诗刚 译

中国科学技术出版社

·北京·

内容提要:

本书主要介绍西欧,特别是美国的土钉墙设计施工与监测新技术,并以手册的形式着重论述了土钉墙的作用机理、设计计算与稳定性分析方法、施工工艺和工作性能监测等。还介绍了喷射混凝土原材料及配合料设计、喷射混凝土性能、质量控制、施工方法、施工机具等。书后的附录介绍了美国土钉墙设计、施工与监测方面的各种指南规范。

图书在版编目(CIP)数据

土钉墙设计施工与监测手册/美国交通部联邦公路总局;余诗刚译.
-北京:中国科学技术出版社,2000.5
ISBN 7-5046-2844-1

I. 土... II. ①美... ②余... III. 墙,土钉墙-手册
IV. TU227-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 08998 号

土钉墙设计施工与监测手册

余诗刚译

*

中国科学技术出版社出版

(北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码:100081)

电话:62179148 62173865

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院武汉分院印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:21.875 字数:560 千字

2000 年 5 月第一版 2000 年 5 月第 1 次印刷

印数:1~1000 册 定价:66.00 元

译 序

由美国联邦公路总局组织编写的《土钉墙设计施工与监测手册》一书系 1996 年 11 月第一版、1998 年 10 月出的修订版,是一本具有较高使用和参考价值的土钉墙新技术手册。

近二十年来,在土木建筑和岩土工程领域内土钉墙与喷射混凝土技术发展十分迅速。土钉墙支护技术是最新发展起来的,法国首先于 1972 年和 1973 年在欧洲应用土钉加固技术。德国于 1975~1981 年对土钉加固技术开展了首次模型试验研究。法国政府 1986 年启动了他们自己的土钉加固技术实验计划。美国土钉加固技术从 1976 年至今主要用于建筑物开挖工程的临时支护,目前已建成 200 多个土钉墙工程,墙的最大高度达 23 m,这些工程中的四分之一以上已作为永久工程使用。国内外的大量试验研究和实践表明,土钉墙技术用于土体边坡加固、深基坑支护,均显示出其独特的功能和显著的效益,极大地促进了岩土加固技术的进步和岩土工程的发展。可以预料,随着交通、能源及材料工业的不断发展,地下空间的充分利用、城市地下工程和高层建筑的大量兴建,土钉墙与喷射混凝土技术的应用领域必将日趋广阔,其作用必将进一步得到发展。

本手册共 8 章,并附有 9 个指南规范。全书图文并茂,主要目的是便于在土木工程和交通工程设计和施工实践中使用土钉墙,为选择技术上适用、经济上实惠的土钉墙大量应用提供指南。并对现有设计和施工方法进行了综合回顾,其结果汇编入指南规范手册。本手册的目的还在于保证采用土钉墙设计和施工的单位从场地勘察、设计到施工、监测都遵循安全、合理的规范。本手册内容包括:土钉墙概念和应用的描述;应用土钉墙实验方案和监测的总结;场地勘察和测试的建议方法;工作荷载设计和荷载与抗力系数设计的建议方法;工程设计实例;土钉墙工作性能监测;喷射混凝土;路堑挡墙初步设计的简化设计图;关于合同法、土钉设计和施工方案和指南的评论;确定土钉头搭接和墙面层结构能力的方法介绍。附录涉及联邦公路总局土钉墙设计施工与监测和喷射混凝土施工面层等方面的 9 个指南规范。

土钉墙和喷射混凝土技术是涉及建筑材料、工程结构、工程地质、岩土力学等多门学科的综合性强、适用面广的建筑新技术。从事建筑、土木、采矿、水利、水电、铁路、交通、人防等工程设计施工的专业人员,了解和掌握这些技术是十分必要和大有裨益的。

本手册由余诗刚研究员翻译。译审委员会的专家学者对全书进行了审校。由于水平有限,手册中的译审错误和不足在所难免,恳请同行专家和读者批评指正。在此,我们对本手册的组织者美国联邦公路总局(FHWA)和编著者高达公司(Golder Associates)卓有成效的工作表示敬意。对美国交通部联邦公路总局桥梁技术处处长邓时莫(David H. Densmore)先生同意此手册译成中文出版,特此致谢。同时也感谢联邦公路总局岩土工程项目经理张剑潭(Chien-Tan Chang)先生给予的大力支持。本手册的顺利出版还得到了武汉市建委和中国科学院武汉岩土力学研究所给予的热情帮助,在此一并致谢!

袁建新 何克农
2000 年 3 月于武汉

译审委员会：

顾问 胡建武 白世伟 张智海

主任 袁建新

副主任 何克农 余诗刚

委员(以姓氏笔划为序)

王可钧 孔令伟 白日昇 龙子厚 龙国英

邓能兵 冯小腊 冯遗兴 余成学 李欢秋

李受祉 杨 凡 张文巾 张杰青 陈从新

陈荣亮 陈 晶 范士凯 胡 涛 崔 骞

温国炫 喻国安 廖新渝 谭罗荣 魏章和

英文版说明

1. 报告号 美国联邦公路总局-SA-96-069R	2. 政府同意号	3. 接收者编目号	
4. 标题和副标题 Manual for Design and Construction Monitoring of Soil Nail Walls 土钉墙设计施工与监测手册		5. 报告日期 1996 年 11 月(1998 年 10 月修订)	
		6. 执行组织编码:	
7. 作者 R. J. Byrne, D. Cotton, J. Porterfield, C. Wolschlag, G. Uebliacker		8. 执行组织报告号: A420-C 3	
9. 执行组织名称和地址 Golder Associates, Inc. 4104 N. E. 148 th Avenue Redmond, Washington 98052		10. 工作单位号 (TRAIS)	
		11. 合同或许可号 DTFH-68-94-00003	
12. 主办机构名称和地址 美国联邦公路总局技术应用处、工程处和桥梁处 400 Seventh Street, S. W. Washington, D. C. 20590		13. 报告种类和涉及的时间技术手册 1994 ~ 1996 年	
		14. 主办单位编码	
15. 补充记录 联邦公路总局技术审查员: Richard S. Cheney, P. E., Ronald G. Chassie, P. E. (岩土工程) 和 James A. Keeley, P. E. (结构工程) 联邦公路总局修订人: James Lyons 和 Sumant Singla			
16. 摘要: 本手册 SA-96-069 修订稿主要编入工程现场收集的解说明和格式变化。然而, 基本设计和施工方法与原文没有变化。在欧洲和美国使用土钉墙 20 年后土钉墙的长期工作性能得到了证实。本手册的目的旨在便于在美国运输建设工程的设计和施工实践中使用土钉墙, 并为选择、设计和确定技术上适用、经济上实惠的土钉墙的大量应用提供指南。对现有设计和施工方法进行了综合回顾, 其结果汇编入指南规范中。介绍指南规范的目的在于保证采用土钉墙设计和施工的公司从场地勘察到施工都遵循安全、合理的规范程序。本手册是有关专业人员编写的, 内容包括: 土钉的概念和应用的描述; 应用土钉墙实验方案和监测的总结; 场地勘察和测试的建议方法; 工作荷载设计 (SLD) 和荷载与抗力系数设计 (LR-FD) 的建议设计方法; 工程设计实例; 路堑挡墙初步设计的简化设计图; 土钉墙工作性质监测的建议; 关于喷射混凝土用于土钉加固实践和质量控制的论述; 关于合同法、土钉设计和施工方案准备指南的评论; 确定土钉头搭接和墙面层结构能力 (包括示范计算) 的方法介绍。土木工程师熟悉土力学和结构工程基本知识, 了解土工加固技术和地面工程施工原理, 希望本手册可供他们使用。书名为《联邦公路总局土钉现场监理员手册 (FHWA-SA-93-068)》的指南文件根据 NTIS 也同样有效。			
17. 关键词 土钉加固, 土钉墙, 土钉测试, 喷射混凝土, 土钉墙设计, 土钉加固规范		18. 分发声明 无限制。按国家技术信息部要求, 本文件对全国有效。 Springfield, Varginia 22161	
19. 安全分类(本报告) 不分类	20. 安全分类(本页) 不分类	21. 页码数 530	22. 价格

英制与国际单位制转换系数

用于土木和结构工程中的主要国际单位制有：

长度 米(m) 质量 千克(kg)
 时间 秒(s) 力 牛(N)* 或千牛(kN)
 压力 帕(Pa = N/m²)或千帕(kPa = kN/m²)

本手册出现的单位转换系数如下：

参 数	英制单位	国际单位制	转换系数	快速智力计算工具
质量	磅	千克	0.453 592	1 磅(质量) = 0.5 千克
力	磅 千磅	牛 千牛	4.448 22	1 磅(力) = 4.5 牛 1 千磅(力) = 4.5 千牛
力/单位长度	磅/英尺 千磅/英尺	牛/米 千牛/米	14.593 9 14.593 9	1 磅/英尺 = 14.5 牛/米 1 千磅/英尺 = 14.5 千牛/米
压 力	磅/平方英尺	帕	47.880 3	1 磅/平方英尺 = 48 帕
应 力	千磅/平方英尺	千帕	47.880 3	1 千磅/平方英尺 = 48 帕
弹性模量	磅/平方英寸	千帕	6.894 76	1 磅/平方英寸 = 6.9 千帕
	千磅/平方英寸	兆帕	6.894 76	1 千磅/平方英寸 = 6.9 兆帕
长 度	英寸	毫米	25.4	1 英寸 = 25 毫米
	英尺	米	0.304 8	1 英尺 = 0.3 米
		毫米	304.8	1 英尺 = 300 毫米
面 积	平方英寸	平方毫米	645.16	1 平方英寸 = 650 毫米 ²
	平方英尺	平方米	0.092 903 04	1 平方英尺 = 0.09 米 ²
	平方码	平方米	0.836 127 36	1 平方码 = 0.84 米 ²
体 积	立方英寸	立方毫米	16 386.064	1 立方英寸 = 16 400 毫米 ³
	立方英尺	立方米	0.028 316 8	1 立方英尺 = 0.03 米 ³
	立方码	立方米	0.764 555	1 立方码 = 0.76 米 ³

几点注意事项：

1. 在“软”转换中，英制测量在数学上转换为精确的公制等量。
2. 在“硬”转换中，为方便工作并好记，建立新公制数。
3. 长度单位只用米和毫米(避免用厘米)。
4. 帕是压力和应力单位(1 帕 = 1 牛/米²)。
5. 结构计算单位应用兆帕(MPa)或千帕(kPa)表示。
6. 为了使公制大小具体，应记住几个基本比较：
 - (1) 1 毫米约等于 1/25 英寸或稍小于 1 角硬币的厚度。
 - (2) 1 米约等于 1 码 3 英寸长。
 - (3) 1 英寸比 25 毫米长 1/64 英寸(1 英寸 = 25.4 毫米)。
 - (4) 4 英寸比 100 毫米长约 1/16 英寸(4 英寸 = 101.6 毫米)。
 - (5) 1 英尺比 300 毫米长约 3/16 英寸(12 英寸 = 304.8 毫米)。

* 力的单位名称为牛[顿]，符号为 N，在不致混淆、误解时，可省略为牛。

土钉墙设计施工与监测手册

目 录

1 引言和使用准则

1.1 手册的使用目的和范围	(1)
1.2 土钉的描述	(2)
1.3 土钉的概念	(2)
1.4 土钉的优点	(4)
1.5 土钉的局限性	(5)
1.6 使用准则	(5)
1.6.1 开挖的挡土结构	(5)
1.6.2 原有桥台下端部坡角的移除	(6)
1.6.3 原有挡土结构的修整和重建	(6)
1.7 最适用于土钉的土层	(6)
1.8 不适合用土钉的土层	(7)
1.9 价格数据	(7)
1.10 致谢	(8)

2 土钉与基本机理的描述

2.1 背景	(21)
2.2 施工顺序	(22)
2.3 施工设备与材料	(26)
2.4 土钉墙性状	(28)
2.4.1 土钉墙的基本机理与潜在破坏模式	(28)
2.4.2 钉-土的相互作用	(29)
2.4.3 土-钉-面层相互作用	(31)
2.4.4 土钉应力的分布	(31)
2.4.5 面层荷载大小与分布	(33)
2.4.6 变形性状	(34)
2.4.7 土钉抗弯和抗剪的作用	(35)
2.5 土钉墙与加筋土墙、锚定挡墙的比较	(36)
2.5.1 锚定挡墙	(36)
2.5.2 加筋土墙	(38)

3 场地勘察与测试

3.1 土层特性	(41)
3.2 估算设计用的土钉抗拔阻力	(45)

4 土钉墙设计

4.1 引言	(47)
4.1.1 极限状态	(47)
4.1.2 设计方法	(48)
4.2 土钉墙稳定性研究	(48)
4.2.1 基本概念	(48)
4.2.2 土钉的内部稳定性分析	(51)
4.2.3 钉头的内部稳定性分析	(53)
4.2.4 外部的稳定性分析	(53)
4.3 设计方法评价	(55)
4.3.1 “土压力”法	(56)
4.3.2 “滑动面”法	(56)
4.3.3 当前的土钉设计方法	(58)
4.3.4 建议的土钉设计方法	(59)
4.4 土钉墙布设与尺寸	(59)
4.4.1 土钉墙的位置和尺寸	(59)
4.4.2 土钉的初步布设	(60)
4.4.3 Caltrans 设计实践	(62)
4.4.4 施纳柏(Schnabel)基础公司设计实践	(62)
4.5 土钉头强度	(63)
4.5.1 土钉头破坏模式	(63)
4.5.2 面层抗挠曲强度	(63)
4.5.3 面层的冲剪强度	(65)
4.5.4 钉头-螺栓抗拉强度	(67)
4.5.5 选择钉头的标称强度	(68)
4.6 现实的设计程序	(70)
4.7 土钉墙设计	(71)
4.7.1 工作荷载设计	(71)
4.7.2 荷载与抗力系数设计	(81)
4.8 防腐蚀	(86)
4.8.1 钉筋防腐蚀	(87)
4.8.2 钉头防腐蚀	(87)
4.9 土钉墙排水	(87)
4.10 特殊设计考虑	(89)
4.10.1 非均质土剖面	(89)
4.10.2 附加的荷载	(90)
4.10.3 桥台	(91)
4.10.4 阶梯结构	(93)
4.10.5 复合结构	(94)
4.10.6 采用不同土钉长度的结构	(95)

4.10.7	采用不同土钉倾斜角的结构	(95)
4.10.8	采用不同土钉方位的结构	(96)
4.10.9	地下水渗透力或靠近墙基的水位	(96)
4.10.10	长边坡情况	(96)
4.10.11	地震荷载下的性能	(97)
4.10.12	防冻	(97)
4.10.13	膨胀土	(98)
4.10.14	残积土	(99)
4.10.15	墙面受外荷载的结构物	(99)
4.10.16	面层恒定荷载的支护设计	(99)
4.10.17	挡墙的过渡端	(101)
4.10.18	连接喷射混凝土面层的现浇混凝土板	(101)
4.11	美观问题	(102)
4.12	初始设计路堑挡墙的简化设计图	(102)
5	工程设计实例	
5.1	设计实例 1—路堑挡墙	(112)
5.1.1	工作荷载设计	(112)
5.1.1.1	静态加载条件	(112)
5.1.1.2	地震荷载条件	(127)
5.1.2	荷载与抗力系数设计	(134)
5.1.2.1	静态加载条件	(134)
5.1.2.2	地震荷载条件	(150)
6	土钉墙工作性能监测	
6.1	引言	(158)
6.2	土钉墙工作性能监测方法	(158)
6.3	土钉墙工作性能监测方案	(159)
6.4	监测参数	(160)
6.5	土钉墙工作性能监测仪器	(161)
6.5.1	边坡测斜仪	(161)
6.5.2	测点	(161)
6.5.3	土钉应变计	(161)
6.5.4	土钉头上的荷重传感器	(162)
7	喷射混凝土	
7.1	引言	(163)
7.1.1	概述	(163)
7.1.2	土钉墙中喷射混凝土的作用	(163)
7.1.3	定义	(163)
7.1.4	喷射混凝土类型	(164)
7.1.5	喷射混凝土在美国的发展	(165)
7.2	喷射混凝土设备	(166)

7.3 喷射混凝土材料	(166)
7.4 喷射混凝土性质	(167)
7.4.1 决定喷射混凝土质量的因素	(167)
7.4.2 常用规范要求	(168)
7.4.3 喷射混凝土混合比和加气处理	(168)
7.5 正确的喷射技术	(171)
7.5.1 喷嘴	(171)
7.5.2 减小回弹	(171)
7.5.3 喷射混凝土的喷射加固	(172)
7.6 喷射混凝土质量控制和测试	(172)
7.6.1 基本目的	(172)
7.6.2 喷射混凝土委托书	(173)
7.6.3 资质证书	(173)
1、承包商	(173)
2、喷射工人	(173)
7.6.4 施工前测试	(173)
7.6.5 施工过程中的质量控制	(174)
1、试验	(174)
2、监理和验收	(174)
7.7 喷射混凝土的应用—临时性喷射混凝土面层	(175)
7.7.1 修整	(175)
7.7.2 公差	(176)
7.7.3 接缝	(176)
7.7.4 防护和养护	(176)
7.8 土钉应用中施工面层喷射混凝土的潜在问题	(176)
7.8.1 一般的耐久性	(176)
7.8.2 喷射混凝土的潜在问题	(176)
7.9 永久性喷射混凝土面层的附加问题	(177)
7.9.1 概述	(177)
7.9.2 喷射混凝土与传统现浇混凝土的比较	(177)
7.9.3 耐久性与缺陷	(177)
7.9.4 材料	(178)
7.9.5 喷射混凝土的应用—永久性喷射混凝土面层	(179)
1、防护和养护	(179)
2、永久性面层的喷射加筋	(180)
3、表面处理	(180)
4、修整	(180)
5、容许公差	(180)
6、接缝	(181)
7、现场密度和渗透性	(181)

7.10 钢纤维加筋喷射混凝土(SFRSC)	(181)
8 合同方法、方案和规范	
8.1 承包商预先提供资质证书	(183)
8.2 订合同的方法与定义	(183)
8.2.1 业主设计的合同招标	(184)
1、业主设计的合同和操作规范	(184)
2、业主设计的合同、程序和法规	(186)
8.2.2 承包商设计和建造(“整套合同”)的签约方法	(186)
8.3 方案准备	(189)
8.3.1 设计和建造签约的基本方案	(190)
8.3.2 最终方案	(191)
8.4 详细实例设计图	(191)
8.5 指导施工规范	(191)
8.5.1 业主-设计的指导规范	(191)
8.5.2 承包商设计和建造申请的指导规范	(192)
参考文献	(192)

附 录

附录目次	(196)
附录 A 美国联邦公路总局土钉挡土墙详细实例设计图(公制单位)	(197)
附录 B1 美国联邦公路总局永久性土钉和墙体开挖指南规范(业主—设计)	(208)
1 说明	(208)
1.1 土钉承包商的经验要求和须提交的材料	(208)
1.2 施工场地勘测	(209)
1.3 施工报告提交	(209)
1.4 施工前会议	(210)
2 材料	(210)
2.1 材料处理和存贮	(211)
3 施工要求	(211)
3.1 现场排水控制	(211)
3.2 开挖	(212)
3.2.1 开挖和墙线勘测控制	(212)
3.2.2 一般道路开挖	(212)
3.2.3 土钉墙结构开挖	(212)
3.2.4 墙体不连续面	(213)
3.2.5 开挖工作面突出、空隙或障碍物	(213)
3.3 土钉安装	(214)

3.3.1	钻孔	(214)
3.3.2	土钉筋安装	(215)
3.3.3	土钉安装公差	(215)
3.4	灌浆	(215)
3.4.1	砂浆混合料设计	(215)
3.4.2	灌浆试验	(215)
3.4.3	灌浆设备	(215)
3.4.4	灌浆方法	(216)
3.5	土钉试验(见评论 3.5).....	(216)
3.5.1	证明试验土钉无粘结长度	(216)
3.5.2	试验设备	(216)
3.5.3	消耗性试验土钉生产前的检验试验	(217)
3.5.4	生产土钉的证明试验	(218)
3.5.5	试验土钉验收准则	(219)
3.6	被拒绝的试验土钉	(220)
3.6.1	检验试验土钉	(220)
3.6.2	证明试验土钉	(220)
3.7	土钉安装记录	(220)
4	测量方法	(221)
5	付款原则	(221)
永久性土钉和墙体开挖指南规范的评论(业主-设计)		(222)
附录 B2 美国联邦公路总局土钉挡土墙指南规范(设计-建造申请)		(226)
1	说明	(226)
1.1	承包商的经验要求	(226)
1.2	预批列表	(226)
1.3	可用信息	(227)
1.4	土钉墙设计要求	(227)
1.5	土钉墙设计报告	(227)
1.5.1	设计计算	(227)
1.5.2	工程图	(228)
2	材料	(229)
3	施工要求	(229)
4	测量方法	(230)
5	付款原则	(230)
附录 C1 美国联邦公路总局临时性喷射混凝土面层和墙体排水指南规范(业主—设计)		(231)
1	说明	(231)
1.1	承包商的经验要求	(231)
1.2	施工报告	(232)
1.3	施工前会议	(232)
2	材料	(233)
2.1	喷射混凝土混合料设计	(234)

2.1.1	骨料	(234)
2.1.2	外加剂比例和使用	(234)
2.1.3	加气剂	(234)
2.1.4	强度要求	(234)
2.1.5	混合料和配料	(234)
2.2	现场质量控制	(235)
2.2.1	生产前试验板	(235)
2.2.2	生产试验板	(235)
2.2.3	试验板养护、试验样本提取和试验	(235)
3	施工要求	(236)
3.1	墙体排水网络	(236)
3.1.1	土工合成材料排水带	(236)
3.1.2	墙脚排水	(236)
3.1.3	连接管和渗水孔	(236)
3.2	临时性喷射混凝土施工面层	(237)
3.2.1	喷射混凝土布置和厚度控制	(237)
3.2.2	表面准备	(237)
3.2.3	运输和应用	(237)
3.2.4	不合格的喷射混凝土	(237)
3.2.5	施工缝	(237)
3.2.6	修整	(238)
3.2.7	土钉头承压板与螺母连接	(238)
3.2.8	天气限制	(238)
3.2.9	养护	(238)
3.2.10	施工面层容许公差	(238)
3.3	墙面层上部悬臂后的回填	(238)
3.4	安全要求	(238)
3.5	连接喷射混凝土面层的现浇混凝土面模	(239)
4	测量方法	(239)
5	付款原则	(239)
	临时性喷射混凝土面层和墙体排水指南规范的评论	(240)
	钢纤维喷射混凝土(SFRSC)	(242)
	附录 C2 美国联邦公路总局永久性喷射混凝土面层和墙体排水指南规范(业主-设计)	(244)
1	说明	(244)
1.1	承包商的经验要求	(245)
1.2	施工报告	(245)
1.3	施工前会议	(245)
2	材料	(246)
2.1	喷射混凝土混合料设计	(247)
2.1.1	骨料	(247)
2.1.2	外加剂的比例和使用	(247)

2.1.3	加气剂	(247)
2.1.4	强度和耐久性要求	(247)
2.1.5	搅拌和配料	(247)
2.2	现场质量控制	(248)
2.2.1	施工前试验板	(248)
2.2.2	生产试验板	(248)
2.2.3	试验板养护、试样提取和试验	(248)
3	施工要求	(249)
3.1	墙体排水网络	(249)
3.1.1	土工合成材料排水带	(249)
3.1.2	墙脚排水	(249)
3.1.3	联结管和渗水孔	(249)
3.2	永久性喷射混凝土面层	(250)
3.2.1	喷射混凝土布置和厚度控制	(250)
3.2.2	表面准备	(250)
3.2.3	运输和应用	(250)
3.2.4	不合格的喷射混凝土	(251)
3.2.5	施工缝	(251)
3.2.6	最终表面的修整	(251)
3.2.7	土钉头承压板与螺母连接	(251)
3.2.8	天气限制	(251)
3.2.9	养护	(252)
	(1) 水养护	(252)
	(2) 薄胶养护	(252)
	(3) 薄胶片养护	(252)
3.2.10	永久性喷射混凝土面层公差	(252)
3.3	墙面层顶部悬臂梁后面区域回填	(252)
3.4	安全要求	(253)
4	测量方法	(253)
5	付款原则	(253)
	永久性喷射混凝土面层和墙体排水指南规范的评论	(254)
	附录 D 美国联邦公路总局土钉墙监测仪器指南规范和详细实例设计图	(257)
1	说明	(257)
1.1	经验要求和报告	(257)
2	材料	(258)
2.1	总论	(258)
2.2	测斜仪	(258)
2.3	应变计	(258)
2.4	土钉荷重传感器	(258)
2.5	读数盘	(259)
2.6	数据记录系统	(259)
3	施工要求	(259)
3.1	总论	(259)

3.2 测斜仪	(259)
3.3 应变计	(259)
3.4 土钉荷载传感器	(259)
3.5 读数盘	(260)
4 测量方法	(260)
5 付款原则	(260)
土钉墙监测仪器指南规范的评论	(261)
附录 E 土钉墙设计和施工质量的保险检验(公制单位)	(265)
1 场地特性	(265)
2 土钉墙设计	(266)
3 方案准备	(267)
4 说明书的准备	(268)
5 施工监测和试验	(269)
附录 F 土钉头强度计算	(272)
1 算例	(273)
1.1 临时性喷射混凝土施工面层	(273)
1.2 永久性现浇混凝土面层	(275)
1.3 算例——土钉头强度概要	(276)
2 土钉头标称强度表格	(276)
2.1 参考文献	(278)
附录 G 设计实例 5.2 和路堑挡墙的简化设计图	(279)
5.2 设计实例 2:桥台挡墙的设计	(279)
5.2.1 工作荷载设计	(279)
5.2.1.1 静态加载条件	(279)
5.2.1.2 地震荷载情况	(291)
5.2.2 荷载与抗力系数设计	(300)
5.2.2.1 静态加载条件	(300)
5.2.2.2 地震荷载情况	(311)
5.3 路堑挡墙初步设计的简化设计图	(322)
5.3.1 设计变量	(322)
5.3.2 设计图步骤	(331)
5.3.3 设计图实例应用	(331)

1 引言和使用准则

1.1 手册的使用目的和范围

本手册的特定目的旨在介绍美国运输建设工程中使用土钉的概念,并为选择、设计和确定技术上适用、经济上实惠的土钉的大量应用提供指南。对现有设计和施工方法进行了综合回顾,其结果汇编入指南规范中。本手册的重点是永久性土钉的设计方法和工艺规程。

永久土钉系统的使用寿命一般认为是 75~100 年。而土钉通常作为临时工程应用。土钉用于永久工程时,临时土支撑工程的使用寿命由支撑土层所需的时间来确定。本书采用 AASHTO 指南,在永久工程完工后,临时支护随即拆除。临时工程的时间期限通常规定为 18~36 个月,但具体时间按照实际工程项目要求也可稍长或稍短。

介绍本指南规范的目的在于保证采用永久土钉墙设计和施工的公司从场地勘察到施工都遵循安全、合理的程序。对所建议的一般规范和详细方案均要特别细致。这些提供从设计分析到现场施工全过程的合同文件往往决定新设计思想的成功或失败。工程实例规范中所做出的种种努力为所有有经验的土钉加固承包人在施工中使用创新方法或新设备提供了机会,这类规范同时需要鼓励承包人探求对现有土钉方法加以经济实用方面的改进。

在非公开领域中提倡的新技术能确信被用于永久公共工程之前,负责公共工程设计和施工的工程师通常需要对其进行长期监测。欧洲和美国使用了土钉墙 20 年后才证实土钉墙的长期工作性能。本手册旨在使工程师合理和有把握地确定使用经济实用的土钉。为了以尽可能最经济有效的方式增加运输系统的安全度和效率,永久性土钉工程的改进是与政府部门的努力分不开的。联邦公路总局示范工程的目的在于帮助美国运输建设工程公司改进安全和经济实用的永久土钉设计,以代替目前所采用的支挡陡壁开挖路堑标准墙系统。

本手册的范围包括:

- 1 简要描述土钉的概念,讨论其优越性和局限性及建议使用的技术。
- 2 介绍土钉在北美和欧洲使用的历史、施工方法(包括施工设备和材料)以及由工作中的土钉墙的实验方案和监测所确定的土钉墙性状。
- 3 场地勘察和测试的建议方法。
- 4 推荐的设计方法。
- 5 工程设计实例,包括路堑挡墙初始设计的简化设计图。
- 6 土钉墙工作性能监测的建议。
- 7 关于喷射混凝土用于土钉安装的实践和质量控制的论述。
- 8 关于合同法、方案准备指南和规范的评论。

附录 A-D 土钉墙施工和性能监测的指南规范及详细实例设计图。

附录 E 土钉设计和施工质量的保险检验。

附录 F 确定钉头搭接和墙面层结构力的方法介绍,包括示范计算。

附录 G 路堑挡墙的工程设计实例 5.2。