

土工合成材料 应用手册

中国标准出版社

土工合成材料应用手册

原作者 瑞士土工合成材料专业人士联盟

R·瑞格尔(R·Rüegger)

J·F·阿玛(J·F·Ammann)

F·P·杰克林(F·P·Jaecklin)

翻 译 赵衡山 王凤川 洪益群

审 校 叶秀玉(中文版)



中国标准出版社

图书在版编目(CIP)数据

土工合成材料应用手册/瑞士土工合成材料专业人士
联盟编著;赵衡山等译. —北京:中国标准出版社,
1999.7

ISBN 7-5066-1905-9

I. 土... II. ①瑞... ②赵... III. 建筑材料:合成材料-手册 IV. TU53-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 14747 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 491 千字

1999 年 7 月第一版 1999 年 7 月第一次印刷

*

印数 1—2 000 定价 60.00 元

《土工合成材料应用手册》

编 译 委 员 会

主 任	李忠海		
副主任	石保权	李凤文	
编 委	孔晓康	宿忠民	张 琳
	裘庆军	廖晓谦	殷明汉
	邓瑞德	王希林	赵凤云
	池红霞	刘 清	叶秀玉
	赵衡山	王凤川	洪益群
	汪惠明	刘国普	朱晓滨

出 版 说 明

改革开放以来,我国国民经济得到了快速发展,科学技术日新月异。为了适应这种新的形势的需要,我国加大了基础建设的投资规模。

土工合成材料是工程建设中应用的土工织物、土工膜、土工复合材料、土工特种材料的总称。土工合成材料在发达国家(工程建设中如水利、铁路、公路、水运、建筑等工程中)已开始广泛应用,它对提高工程质量和工程效益具有重要的意义。

根据国务院领导同志有关指示精神,国家质量技术监督局组织国内有关专家将瑞士土工合成材料专业人士联盟所著的《土工合成材料应用手册》一书翻译出版。

随着土工合成材料在我国的应用和普及,土工合成材料不但将会形成一个产业,而且将会对我国工程的设计、概算、施工带来新的变革,希望本书的出版将会对有关专业技术人员的工作有所帮助。

编 者

1999 年 4 月

序言(原文)

《土工合成材料应用手册》针对所有与土工合成材料有关的人员,即建筑专业人员、制造厂家、经销商、研究人员和试验人员。其中许多人员具有丰富的建筑经验和关于岩土工程、水利工程等方面的许多知识,但他们却不熟悉纺织技术;而另一方面,纺织专家却对土壤的说明、土力学的计算不甚了解。本手册就是想为建筑方面的专家介绍必要的“纺织”知识,而为纺织专家介绍“建筑工程”方面的知识。

这些基础知识对于在许多地基工程、地下工程和水利工程的任务中,保证技术正确、符合实际、耐久而经济地使用土工合成材料作出决策仍然是重要的基础,其中包括这些新建筑材料的力学性能和水力学性能。

土工合成材料并不是用少量特征参数就能表示其特性的建筑材料(如建筑用钢)。土工合成材料是具有很不相同构造并由不同材料制造而成的织物。

土工合成材料所用的原材料及构造在很大程度上影响其力学性能和水力学特性,以及对化学、生物和物理等影响因素的耐久性。本手册的重点在于应用第4~10章:

第4章 道路工程

第5章 铁路工程

第6章 堤坝工程和支挡结构

第7章 排水工程

第8章 水利工程

第9章 隧道工程

第10章 工程生物学

这些章节指出和说明了在一定使用场合下选择土工合成材料并进行尺寸设计的方法。

这些章节主要是为实际工作人员所写,并试图对于土工合成材料最常见的应用情况提出尽可能简单的尺寸设计准则,而无需更多的理论。采用这些准则后就可以规定出关键性能的最低要求,以满足土工合成材料所承担的任务。

第6章“堤坝工程和支挡结构”是一种特殊情况,它对于高强度、少变形的土工合成材料应用情况作了说明,并给出了实例。此处,一方面说明了常规的计算方法,例如滑动圆弧法,另一方面指出了实际情况,即不必在每种情况下都对此细节进行精确的计算和尺寸设计,即使用相对易延伸的土工合成材料也能解决某些加固的问题。显然,铺设的土工合成材料与土壤的共同作用,作为复合建筑材料,其性能目前还没有完全了解,但是常规的计算方法也许是比较可靠的,甚

至是很可靠的。

此外在应用章节中还有许多关于铺设土工合成材料的结构设计方面的说明以及克服困难、避免损坏方面的指导意见。有许多实例说明了土工合成材料的尺寸设计。

为了方便,各个应用章节在很大程度上是相互独立的,分别包含了使用所必需的说明和对于基础章节和其它应用情况的横向索引。尽管如此,为了使本手册的每一位使用者更好地理解重要的基础章节,本手册推荐了有关的教材读物。

基础章节对于土工合成材料通用的概念进行了定义,并提供了产品说明和土工合成材料性能指标,这些都与所应用的原材料及其构造有关。同时也叙述了土工合成材料不同性能的测试,包括相应的试验规范。土工合成材料总是与土壤和水相接触,因此也为非土壤专家提供了许多指示和说明,包括土壤、土壤特性值以及地下水和渗透水的性能。

还更详细地论述了土工合成材料的主要任务(隔离、渗滤、排水、防护、加固和加强)和理论基础,以及各种不同性能的重要土工合成材料的尺寸设计准则。

另一个基础章节则论述了土工合成材料选择和尺寸设计时一般的决策过程,同时说明了土工合成材料的处置(储存、运输、铺设、连接)以及工程量和供货(招标)。

土工合成材料较大规模地使用还只是10多年来的事。本手册的基础就是这期间文献资料调查的结果、试验结果和多个方面的实践经验。发展是永不停止的。手册反映了当前的认识状况,而且许多尺寸设计准则是根据协调和简化原则确定的,它们已经通过资深土工合成材料专家共同组成的瑞士土工合成材料专业人士联盟的技术委员会进行长期讨论而起草完成。

《土工合成材料应用手册》并不是应用标准,因此所有的准则可以理解为指导说明,有些还必须通过研究、经验、开发而迅速成为现实。

出版者认识到,对于某些假设和准则来说,最新的科学或实践的保障尚未达到,尽管有此问题,但是土工合成材料使用者们迫切希望本手册尽快出版。

从这种意义上说,出版本手册也是为了推动这种讨论。所以欢迎读者和使用者的批评和补充,并在以后的版本中加以考虑。尤其是出于这种原因,本手册以活页装订形式出版,各部分都可以修订或补充,而不必整体更新本手册。

土工合成材料的应用越长久,就越不会简单地将它理解为建筑的辅助措施。土工合成材料被认为是高品质的建筑材料,它可以承担许多重要的任务。土工合成材料的设计及其尺寸确定是比较严格的,并且要求一种“工程化”的方法。本手册给出了这种答案并使得判断决策更加简化。本手册所列出的准则可以有批判地采用,而不允许不加分析地作为专利配方接受过来。每个问题都有

至是很可靠的。

此外在应用章节中还有许多关于铺设土工合成材料的结构设计方面的说明以及克服困难、避免损坏方面的指导意见。有许多实例说明了土工合成材料的尺寸设计。

为了方便,各个应用章节在很大程度上是相互独立的,分别包含了使用所必需的说明和对于基础章节和其它应用情况的横向索引。尽管如此,为了使本手册的每一位使用者更好地理解重要的基础章节,本手册推荐了有关的教材读物。

基础章节对于土工合成材料通用的概念进行了定义,并提供了产品说明和土工合成材料性能指标,这些都与所应用的原材料及其构造有关。同时也叙述了土工合成材料不同性能的测试,包括相应的试验规范。土工合成材料总是与土壤和水相接触,因此也为非土壤专家提供了许多指示和说明,包括土壤、土壤特性值以及地下水和渗透水的性能。

还更详细地论述了土工合成材料的主要任务(隔离、渗滤、排水、防护、加固和加强)和理论基础,以及各种不同性能的重要土工合成材料的尺寸设计准则。

另一个基础章节则论述了土工合成材料选择和尺寸设计时一般的决策过程,同时说明了土工合成材料的处置(储存、运输、铺设、连接)以及工程量和供货(招标)。

土工合成材料较大规模地使用还只是10多年来的事。本手册的基础就是这期间文献资料调查的结果、试验结果和多个方面的实践经验。发展是永不停止的。手册反映了当前的认识状况,而且许多尺寸设计准则是根据协调和简化原则确定的,它们已经通过资深土工合成材料专家共同组成的瑞士土工合成材料专业人士联盟的技术委员会进行长期讨论而起草完成。

《土工合成材料应用手册》并不是应用标准,因此所有的准则可以理解为指导说明,有些还必须通过研究、经验、开发而迅速成为现实。

出版者认识到,对于某些假设和准则来说,最新的科学或实践的保障尚未达到,尽管有此问题,但是土工合成材料使用者们迫切希望本手册尽快出版。

从这种意义上说,出版本手册也是为了推动这种讨论。所以欢迎读者和使用者的批评和补充,并在以后的版本中加以考虑。尤其是出于这种原因,本手册以活页装订形式出版,各部分都可以修订或补充,而不必整体更新本手册。

土工合成材料的应用越长久,就越不会简单地将它理解为建筑的辅助措施。土工合成材料被认为是高品质的建筑材料,它可以承担许多重要的任务。土工合成材料的设计及其尺寸确定是比较严格的,并且要求一种“工程化”的方法。本手册给出了这种答案并使得判断决策更加简化。本手册所列出的准则可以有批判地采用,而不允许不加分析地作为专利配方接受过来。每个问题都有

其特殊性,即使如此广博的手册也不可能包括和处理所有的问题。对于在具体情况下选择某一种土工合成材料,出版者是不承担责任的,而对于专家和本手册的使用者来说,他们应该由本手册得到尽可能多的有用的启发和提示。

目 录

符号、定义和缩写	1
----------------	---

第1章 一般基础

1.1 土工合成材料	7
1.2 土壤、地下水和渗透水;重要的性能	37

第2章 土工合成材料的主要任务

2.1 序言	53
2.2 主要任务的简要说明	53
2.3 对尺寸设计说明的备注	54
2.4 隔离	54
2.5 过滤	58
2.6 排水	65
2.7 加固/加强	69
2.8 对土工合成材料各种主要任务的准则总结	73

第3章 应用基础

3.1 序言	77
3.2 尺寸设计时的决策过程	77
3.3 土工合成材料的处置	80
3.4 力学的基本要求和(或)耐久性	82
3.5 工程量和供货和(或)招标	83

第4章 道路工程

4.1 论述对象	85
4.2 适用范围	85
4.3 目的和作用方式	85
4.4 术语和定义	86
4.5 土工合成材料主要特性分析	88
4.6 土工合成材料选择、评价分析	88
4.7 确定影响系数以选择土工合成材料	89
4.8 确定土工合成材料要求的力学性能	92
4.9 确定在道路工程中土工合成材料的水力性能	102

4.10	对道路工程的最低性能要求	103
4.11	参数范围详细示例	103
4.12	与其他路基厚度和材料的比较	113
4.13	土工合成材料综述	113
4.14	施工作业中的若干注意事项	113

第5章 铁 路 工 程

5.1	对象、目的、概述、概念	116
5.2	经验状况	120
5.3	应用	124
5.4	土工合成材料参数确定	126
5.5	应用示例	130
5.6	特殊应用	135

第6章 堤坝工程和支挡结构

6.1	引言	142
6.2	堤坝修筑	146
6.3	加筋土挡墙	163

第7章 排 水 工 程

7.1	论述对象	213
7.2	土工合成材料使用目的	213
7.3	概念	214
7.4	土工合成材料的尺寸计算原则	215
7.5	应用可能性	215
7.6	一般尺寸计算提示	216
7.7	应用范围:主要任务是作渗滤层	222
7.8	应用情况:主要任务为“排水作用”	231

第8章 水 利 工 程

8.1	论述对象	239
8.2	土工合成材料的使用目的	239
8.3	概念	239
8.4	土工合成材料尺寸计算原则	240
8.5	应用可能性	240
8.6	一般的尺寸计算提示	241
8.7	应用实例	245
8.8	在拦水坝工程中的特殊应用	253

第9章 隧道工程

9.1 论述对象	256
9.2 应用领域	257
9.3 隧道防水的目的和作用方式	259
9.4 对土工合成材料的要求	263
9.5 对土工薄膜的要求	270
9.6 招标单说明举例	273

第10章 工程生物学

10.1 论述对象	276
10.2 土工合成材料的使用目的	276
10.3 概念	277
10.4 土工合成材料尺寸计算原则	280
10.5 应用可能性	280
10.6 一般的尺寸计算和铺放提示	282
10.7 应用实例:带尺寸计算说明	294
10.8 特殊应用	314
10.9 结束语	318

符号、定义和缩写

一般缩写符号

CBR	加利福尼亚支承比	%
SPT	标准渗透试验	
UV	紫外线	
WS	水柱(压力高度)	
PA	聚酰胺	
PE	聚乙烯	
PES	聚酯	
PAC	聚丙烯腈	
PP	聚丙烯	
f	安全系数	
f_g	滑移安全系数	
F_K	倾斜安全系数	
F_B	地面承载力,即基础破坏安全性	
F_S	滑面安全系数(一般为图形)	
$F_{\text{布}}$	土工合成材料断裂安全系数,计算值($F_{\text{布}}$ =断裂强度/工作荷载)	
mWS	米水柱	
MW	中等水位	
HW	高水位	

几 何 尺 寸

F	面积	m^2
L	长度	m
B	宽度	m
H	高度	m
	堤坝和挡墙结构高度	m (第 6 章用)
D	深度	m
	松软土层厚度	m (第 6 章用)
d	厚度	m
L_a	锚固段	m
L_u	搭接长度	m
B_k	堤顶宽度	m
B_m	堤体中部宽度	m

B_f	坝底宽度	m
B_b	斜坡宽度	m
B_a	加筋区宽度	m
q	有效载荷	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
p	坝底载荷	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
t	由地面以下的深度	m
R_K	滑动圆弧半径	m
β	斜坡倾角	(°)
α	坡壁倾斜角	(°)

力、应力和应变

σ	法向应力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
τ	剪切应力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
ϵ	缩短/伸长率	%
S	剪切力	kN
s	单位宽度上的剪切力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$
Z	拉力	kN
z	单位宽度上的拉力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$
R	基础表面上的应力合力	kN
R_H	合力的水平分力	kN
R_V	合力的垂直分力	kN
σ_v	垂直应力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
σ_R	水平应力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
τ_s	牵引应力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
G	重量,质量	kN
N	法向力	kN
S_w	渗出力	kN
r_G	特殊的支持力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
r_a	特殊锚固力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$

水力学参数

Q	流量	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
q	单位流量	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
k	透水性	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
i	梯度,各渗滤通道的压力降	
h	压力高度	mWS
Δh	压力降	mWS

土工合成材料性能

T_G	土工合成材料的厚度	m, mm
k_n	垂直于土工合成材料的透水性	$m \cdot s^{-1}$
k_t	土工合成材料平面内的透水性	$m \cdot s^{-1}$
ψ	渗透率	s^{-1}
θ	穿透率	$m^2 \cdot s^{-1}$
O_d	顶压抗力, 孔径	mm
O	土工织物的网眼尺寸	mm
O_w	有效孔隙直径	mm
EOS	孔隙直径(按 C、E、M、A、 G、R、E、F 方法规定的)	mm
r	单位宽度上断裂强度	$kN \cdot m^{-1}$
R_p	顶破强力	N
R_w	继续断裂强度	kN
ϵ_r	断裂延伸率	%
ϵ_k	蠕变延伸率	%
E	弹性模数	$kN \cdot m^{-2}$
$E \cdot T_G$	变形刚度	$kN \cdot m^{-1}$
φ_G	土工合成材料-土壤摩擦角	(°)
α	摩擦比例数(土工合成材料-土壤的 摩擦与土壤-土壤的摩擦之比)	
φ_{GG}	土工合成材料间的摩擦角	(°)
Z_i	第 i 层土工合成材料中的拉力	kN

土 壤 特 性

γ	湿容重	$kN \cdot m^{-3}$
γ_d	干容重	$kN \cdot m^{-3}$
γ'	浮容重	$kN \cdot m^{-3}$
γ_s	比重	$kN \cdot m^{-3}$
d	颗粒直径	mm
d_x	$x\%$ 重量比筛过物时的颗粒直径	mm
d_{10}	10%重量比筛过物时颗粒直径	mm
d_{40}	40%重量比筛过物时颗粒直径	mm
d_{60}	60%重量比筛过物时颗粒直径	mm
d_{85}	85%重量比筛过物时颗粒直径	mm
C_u	不均匀度	
C_c	弯曲系数	mm

ϕ	有效摩擦角	(°)
c'	有效内聚力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
c_u	无排水剪切强度	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
k	土壤透水性	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
v	过滤速度	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
M_E	压缩模量	$\text{MN} \cdot \text{m}^{-2}$
E_V	变形模量	$\text{MN} \cdot \text{m}^{-2}$
E_S	刚性模量	$\text{MN} \cdot \text{m}^{-2}$
CBR	加利福尼亚承载比	%
w	自然含水量	%
w_L	流限时的含水量	%
w_P	搓限时的含水量	%
w_S	收缩限时的含水量	%
I_P	塑性系数	
I_L	流性系数	
I_C	稠度系数	

土力学参数

E	总的土压力	kN
E_0	静止土压力	kN
E_p	被动土压力	kN
E_{ph}	被动土压力, 水平	kN
E_a	主动土压力	kN
E_{ah}	主动土压力, 水平	kN
e	比土压力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
e_0	比静止土压力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
e_a	比主动土压	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
e_p	比被动土压力	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
K_{ah}	主动土压力系数	
K_{ph}	被动土压力系数	
NC	内聚力系数	
K_0	静止土压力系数	
K_a	大地推力(主动)系数, Coulomb 法	
K_t	大地推力集中系数 1.3, 矩形分布 Terzaghi-Peck 法	
K_j	大地推力系数, 据 K_t 转换为梯形(Jaacklin 法)	
K	加入运算的大地推力	
ΔH	过载导致的高度变化, $\Delta H = q/\gamma$	m

道路工程中的影响系数

V	车流负荷
R	车辙深度
U	地下结构承载力
K	路基材料
D	路基厚度 dm, cm
G	土工合成材料特性系数