

给水排水塑料管道 设计施工手册

许其昌 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

给水排水塑料管道设计施工手册/许其昌编. —北京:中国
建筑工业出版社, 2002

ISBN 7-112-05133-9

I. 给... II. 许... III. ①塑料管材—给水管道—
建筑设计—技术手册②塑料管材—给水管道—管道施工—
技术手册③塑料管材—排水管道—建筑设计—技术手册④
塑料管材—排水管道—管道施工—技术手册 IV. TU99-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 031737 号

给水排水塑料管道设计施工手册

许其昌 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市铁成印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 11¼ 字数: 302 千字

2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第一次印刷

印数: 1—2,500 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-112-05133-9

TU·4557(10747)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

塑料管是新型塑料建材品种之一,在国外已被广泛地应用于室内外给水、排水管道工程中,我国在给水排水管道中开发推广应用塑料管的科研项目,曾列入国家“七五”攻关规划。为了促进该项技术的发展,本人结合工作中的体会、经验和收集到的有关资料编写成本手册。书中重点介绍了 PVC-U 塑料管和铝塑复合管的性能、埋地塑料管道结构计算方法和室内外塑料管道施工与质量检验方法。内容详细、实用,可供从事给水、排水塑料管道设计、施工、监理、管理工作的人员使用和培训教学参考。

本书在编制过程中承蒙教授级高工萧岩、孙仪琦和北京塑料研究所刘际泽、许燕华工程师的悉心指导、帮助。值此出版之际谨向编辑与关心本书出版的同志深表感谢。由于本人水平有限,书中错误之处希望读者批评指正。

许其昌

目 录

第 1 章	概述	1
第 2 章	塑料管的分类与性能	6
2.1	塑料管的分类	6
2.2	塑料管材的物理力学性能	8
2.3	给水排水用塑料管材	16
2.4	柔性接口密封性能要求及检验方法	29
第 3 章	埋地管道的荷载及荷载组合	32
3.1	荷载	32
3.2	荷载组合	36
第 4 章	埋地塑料管道结构设计	37
4.1	管道分类	37
4.2	柔性管道结构设计理论与塑料管道结构设计	38
4.3	PVC-U 塑料管道标准尺度比与简化结构设计	62
第 5 章	新型塑料排水管材的应用研究与工程实践	72
5.1	概述	72
5.2	管材规格与技术要求	73
5.3	双壁波纹管的物理力学性能研究	82
5.4	新型塑料管材的结构计算	85
5.5	双壁波纹管埋地工作特性的研究	94
5.6	工程试验	95
5.7	经济分析	96
第 6 章	管道止推墩(支墩)及防滑墩设计	97
6.1	止推墩推力计算	97
6.2	止推墩支承面积计算	99
6.3	管道防滑墩设计	104
第 7 章	土方工程	113

7.1	土的分类及其工程性质	113
7.2	测量	120
7.3	沟槽开挖前的准备工作	121
7.4	施工排水	122
7.5	沟槽开挖断面	131
7.6	沟槽支撑	133
7.7	沟槽土方的开挖	150
7.8	沟槽开挖质量标准	151
7.9	沟槽回填	151
第8章	埋地管道安装与铺设	161
8.1	管材、配件性能与储运、堆放的规定	161
8.2	埋地管道铺设的一般原则	163
8.3	管道地基	164
8.4	管道基础	164
8.5	下管	166
8.6	埋地管道安装与铺设	166
第9章	管道维修	177
9.1	套筒式柔性接口管箍换管修补	177
9.2	半圆包箍修补	177
9.3	PVC-U 管粘结剂修补	177
9.4	PVC-U 管的焊接修补	178
9.5	PVC-U 刚性承插口的现场加工	180
第10章	管道水压试验与冲洗消毒	183
10.1	有压与无压管道水压试验界限的划分及 水压试验注意事项	183
10.2	压力管道的水压试验及质量检验标准	184
10.3	无压力(工作压力小于 0.1MPa 的管道)管道闭水试验及 质量检验标准	186
10.4	给水管道的冲洗消毒	187
第11章	室内排水管道安装	188
11.1	室内排水管道系统的构成和 PVC-U 塑料管道的 应用范围	188

11.2	室内排水管道系统设计	189
11.3	PVC-U 排水管道安装	198
11.4	室内排水管道安装铺设质量标准	216
第 12 章	室内给水管道安装	219
12.1	室内给水系统的构成与干管布置	219
12.2	室内给水管道布置和安装的原则	223
12.3	室内给水用管材、管件、接口密封材料	225
12.4	室内塑料给水管道安装	234
12.5	铝塑复合给水管道安装	240
12.6	金属管道、管件安装	244
12.7	卫生器具、水箱和水表的安装	245
12.8	隐蔽工程验收及冲洗消毒	250
12.9	室内给水管道安装质量标准	251
附 录		254
附录 1	沟槽回填土、管道安装及水压试验质量标准	254
1.1	《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268—97) 的有关规定	254
1.2	《埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程》(CECS122:2001) 的有关规定	267
1.3	《埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》(CECS 17:2000) 的有关规定	274
1.4	《建筑排水硬聚氯乙烯螺旋管管道工程设计、施工及验收规程》 (CECS 94:97)的有关规定	282
1.5	《建筑排水硬聚氯乙烯管道工程技术规程》(CJJ/T 29—98) 的有关规定	287
1.6	《建筑给水硬聚氯乙烯管道设计与施工验收规程》(CECS 41:92) 的有关规定	291
附录 2	给水排水塑料管材、管件标准摘录	294
2.1	《给水用高密度聚乙烯(HDPE)管材》(GB/T 13663—92) 的有关规定	294
2.2	《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》(GB/T 10002.1—96) 的有关规定	297

2.3 《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件》(GB 10002.2—88)	
的有关规定·····	301
2.4 《埋地排污、废水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》	
GB/T 10002.3—96 的有关规定 ·····	326
2.5 《硬聚氯乙烯(PVC-U)双壁波纹管材》(QB/T 1916—93)	
的有关规定·····	332
2.6 《排水用芯层发泡硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》	
(GB/T 16800—97)的有关规定 ·····	335
2.7 《建筑排水用硬聚氯乙烯管材》(GB/T 5836.1—92)	
的有关规定·····	342
2.8 《铝塑复合压力管(搭接焊)》(CJ/T 108—1999)	
的有关规定·····	344
参考文献·····	352

第 1 章 概 述

1937 年德国首先采用聚氯乙烯管输送给水及排放污水。二战时期由于钢铁的短缺急需寻求钢铁等金属材料的代用品,而塑料可用石油、煤、石灰石、食盐、空气、水和天然气等丰富而便宜的原料用人工合成的方法大规模的工业化生产,因此促使塑料管加速推广。塑料管有许多优于金属管的优点,如:强度高、质量轻、耐腐蚀、绝缘性好、材料致密不渗水,耐冲击、加工容易、搬运方便、便于施工等。因此塑料管在国外已广泛的推广,应用于工程建设、工矿企业和农业。

从 20 世纪 50 年代始,一些发达国家,先后在给水、排水、农业灌溉、燃气管道工程中大量开发应用塑料管代替钢管或铸铁管。当时,法国、美国、瑞士、荷兰、丹麦、德国、日本、比利时等国新铺设的室外给水管道有 80% 为硬质聚氯乙烯(PVC-U)管。1978 年在日本仅管径 200mm 以下的给水管道 PVC-U 管就有 1800km,至 1982 年累计给水管道(PVC-U)管已达 9 万 km。世界各先进国家,在给水管道的中,采用 PVC-U 管已占管道总长的 23%。

美国是推广塑料管较快的国家,美国 1983 年用于石油和天然气开采的塑料管长度为 390000km(管径 50~900mm),用于市政设施 910000km(管径 250mm 以上),住宅建设 1090000km。1983 年以后世界各国用于输送燃气的塑料管,美国为 92%,英国为 92%,法国为 67%,德国为 55%,比利时为 75%,丹麦为 92%,奥地利为 45%,瑞士为 35%,荷兰为 15%。美国塑料管的消费结构如下:

美国塑料管消费结构(重量)%

表 1-1

年 度	建筑用管			电线管	农用管	工业用管	煤气用管	其 他
	上水	下水	通风					
1977	33.4	18.5	14.6	10.7	14.2	5.0	1.9	1.7
1991	37.2	20.5	10.5	10.5	8.8	7.0	3.9	1.8

日本开发塑料管始于 1951 年但发展较快。1990 年塑料管的产量已达 52 万吨,且以 3.2% 的速度递增。日本 PVC 塑料管的消费结构如下:

日本 PVC 塑料管的消费结构(kt)

表 1-2

项 目	1986 年	1987 年	1988 年
城市饮用	75	76	77
农业用水	30	30	31
排水系统	79	88	89
工业用水	33	33	33
下水道	157	161	166
电路管线	9	9	9
其 他	28	28	28
特殊用途	74	75	76
总 计	485	500	519

塑料管的使用寿命问题,一般认为可用 50 年以上。1939 年英国铺设的第一条塑料管输水管线,至今没有问题。现在各国都规定硬质聚氯乙烯(PVC-U)管设计应力寿命为 50 年,德国明文规定塑料管材使用寿命必须保证 50 年。

据国外发展经验,从管材材质的性能、经济等综合考虑,一般按如下管径分布选用管材比较合理:

管径小于 400mm 的管道宜选用 PVC-U 或 PE 塑料管,管径 400~1400mm 宜选用球墨铸铁管,中口径 800mm 以上的管道选用 GRP(玻璃钢)管为宜。

我国塑料管工业生产始于 1958 年,60 年代初曾少量用于农村给水管道。1981 年国家科委为推动、协调化学建材新技术的开发工作,成立了化学建材专业组,首先将硬聚氯乙烯管道在排水管道中推广应用。1986 年全国各地累计已有 2000 万 m^2 以上的住宅楼安装了硬聚氯乙烯塑料排水管,使用效果良好。上海、天津两市用量已达新建住宅楼面积的 50%。80 年代开始在城镇给水管道上推广应用硬聚氯乙烯管道,在天津、沈阳、济南、青岛、福建、南通、成都、泰安等地的自来水工程中试用,管道长度达 3000km。仅济南市自来水公司应用(PVC-U)给水管道就达 200km。

1996 年 1 月,由建设部城市建设司和科学技术司在山东淄博市组织召开了城市供水塑料管应用试点工作会议,参加会议的有北京、天津、上海等 10 个省市自来水公司的负责同志及有关研究、设计单位和塑料管的生产企业人士共 80 多人。会议通报了全国化学建材协调组的总体工作情况,交流了应用塑料给水管的情况和经验,研讨了给水管中应用塑料管时出现的问题。会上提出抓住时机、积极开展城市供水塑料管应用的试点工作,并提出试点对象为城市自来水管网中的 $\phi 100 \sim \phi 400\text{mm}$ 的管道,同时还规定了试点工程中应用的技术标准和试点工作的技术要求,90 年代初,我国相继生产出双壁波纹、加筋和肋式卷绕 PVC-U 塑料管,以及铝塑复合管见图 1-1。提高了管子的刚度和强度,满足了以承受外压荷载为主的排水管道的使用需要和室内供水支管用管的要求。上海、天津自 1992 年起先后开展了使用 PVC-U 塑料管修建排水管道的研究,研究结果表明,采用 PVC-U 塑料管,施工周期可缩短 30% ~ 50%,造价可降低 30% ~ 40%,据调查,一些发达国家 $\phi 500\text{mm}$ 以下的排水管道,多以 PVC-U 塑料管

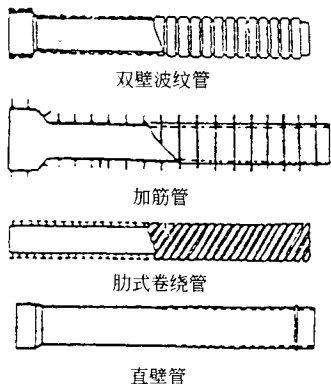


图 1-1 硬聚氯乙烯管材型式简图

敷设。城镇中的排水管道 $\phi 500\text{mm}$ 以下的管径,约占管道总长的 70%,其覆盖面很广,一旦推广应用这项新技术,具有显著的社会、经济效益。为了健康、稳妥的开发这项新技术,国家非常重视工程建设标准的制订工作。

1989~1999 年建设部和中国标准化协会相继颁布了与塑料管相关的工程建设和产品标准。见表 1-3。

塑料管产品与塑料管道工程建设标准

表 1-3

序号	标 准 名 称	标 准 号
1	埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程	CECS 17:2000
2	埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程	CECS 122:2001
3	建筑给水硬聚氯乙烯管道设计与施工验收规程	CECS 41:92
4	建筑排水用硬聚氯乙烯螺旋管管道工程设计、施工及验收规程	CECS 94:97
5	建筑排水硬聚氯乙烯管道工程技术规程	CJJ/T 29—98
6	给水用硬质聚氯乙烯管材	GB/T 10002.1—96
7	给水用硬质聚氯乙烯管件	GB 10002.2—88
8	建筑用硬聚氯乙烯管材	GB/T 5836.1—92
9	建筑用硬聚氯乙烯管件	GB/T 5836.2—92
10	给水用高密度聚乙烯(HDPE)管材	GB 13663—92
11	埋地排污、废水用硬质聚氯乙烯管材(PVC-U)	GB/T 10002.3—93
12	硬质聚氯乙烯(PVC-U)双壁波纹管材	QB/T 1916—93
13	排水用芯层发泡硬质聚氯乙烯(PVC-U)管材	GB/T 16800—97
14	给水排水管道工程施工及验收规范	GB 50268—97
15	给水排水工程结构结构设计规范	GRJ 69—84
16	建筑给水排水设计规范	GBJ 15—88
17	给水排水制图标准	GBJ 1—73
18	建筑采暖卫生与煤气工程质量检验评定标准	GBJ 302—88
19	玻璃钢/聚氯乙烯复合管道设计规定	HG 20520—92
20	玻璃钢/聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管和管件	HGJ 515—87

续表

序号	标 准 名 称	标 准 号
21	玻璃钢管和管件	HGJ 534—91
22	黑龙江省室外硬聚氯乙烯给水和压力排水管道工程设计、施工及验收规程	DBJ 07—009—93
23	四川省《无压承插式橡胶圈密封硬聚氯乙烯塑料管道施工操作及验收规程》	DB/ 5 1000P62—001—87
24	铝塑复合压力管(搭接焊)	CJ/T 108—1999
25	承插式接头(用于铝塑管 D 40~75mm 管)	CJ/T 110—2000
26	铝塑复合管用卡套式钢制管接头	CJ/T 111—2000

注: 1. QB/T 为全国塑料制品标准化技术委员会制定的推荐性标准代号。

2. CECS 为中国工程建设标准化协会制定的推荐性标准代号。

第 2 章 塑料管的分类与性能

2.1 塑料管的分类

塑料管材分两大类:即热塑性塑料管材和热固性塑料管材。热塑性塑料在温度升高时变软、温度降低时可恢复原状,并可反复进行,加工时可采用注塑或挤压成型。热固性塑料是在加热并添加固化剂后进行模压成型的过程中由于化学反应的结果,形成坚固难溶的固体,一旦固化成型后就不再具有塑性。例如玻璃纤维增强环氧树脂管即玻璃钢管,就属热固性塑料管。其他如以不饱和树脂、呋喃树脂成型的管材均属热固性塑料管。

热塑性塑料管有多种,现扼要介绍几种给水排水管道中常用的塑料管。

2.1.1 硬聚氯乙烯(PVC-U)管

聚氯乙烯(PVC)是由氯乙烯单体聚合而成的一种非结晶型的通用热塑性塑料,是开发最早的一种热塑性塑料,国外于 1927 年投放市场。目前在世界合成树脂中产量居第二位。我国于 1958 年开始工业化生产,产量为 50.78t, 占我国合成树脂总产量的 41.2%。

硬质聚氯乙烯(PVC-U)是未增塑的聚氯乙烯,在加工过程中加入少量稳定剂铅化合物,(氧化三铅、氯化铅、三盐基性硫化铅、硬脂酸铅等),但所含的铅在聚氯乙烯管使用过程中能析出。这种管材具有较高的硬度、刚度和许用应力,在 20℃ 时许用应力为 10~12.5MPa,价格比其他塑料低,故在国内外管材产量中居第一位。硬聚氯乙烯管吸收芳香烃后发生膨胀,不宜用于输送含苯的人工煤气。硬聚氯乙烯管的连接以承插式粘接接口最佳,但要求

承插式管件与管材的公差配合很严格,当公差配合不能满足要求时可采用承插焊接式接口,但不能采用熔接连接。硬聚氯乙烯管是给水排水中最常用的一种管材,也是我国提倡大力开发推广应用的一种管材。

软质聚氯乙烯管系由聚氯乙烯树脂与增塑剂、稳定剂及其他配料组成,由于成分中增塑剂含量高达 30% 以上,常温下易变形,低温下易脆化,在使用中增塑剂易挥发、管子老化迅速,寿命极短,这种管材只能做临时装接管材使用不适于在住宅或地下埋设使用。

2.1.2 聚乙烯管

聚乙烯(PE)是由乙烯单体经过高压或低压聚合而成的一种烯烃类树脂。原料为石油,是世界上热塑性树脂,产量最大的品种,我国 1958 年开始生产聚乙烯树脂。聚乙烯树脂又分为高密度聚乙烯(HDPE)、中密度聚乙烯(MDPE)和低密度聚乙烯(LDPE)。高密度聚乙烯是在 1.4MPa 压力,100℃ 下聚合而成的,又称低压聚乙烯,其密度为 $0.941 \sim 0.955 \text{g/cm}^3$,中密度聚乙烯是在 1.8~8.0MPa 压力,130~270℃ 下聚合而成的,密度为 $0.926 \sim 0.94$;低密度聚乙烯是在 100~300MPa、180~200℃ 下聚合而成的,所以又称高压聚乙烯,密度 $0.91 \sim 0.935 \text{g/cm}^3$ 。由于聚乙烯的密度与硬度成正比,故密度越高,刚度越大,因而又有软聚乙烯和硬聚乙烯之称。聚乙烯管有很好的化学稳定性,因而这种管材不能用粘合连接,而应采用热熔连接。聚乙烯管材中以中密度和高密度聚乙烯管最宜作城市燃气、天然气及给水管道,我国 1981 年试制高密度(HDPE)聚乙烯管,通过技术鉴定后投入生产,铺设了 2000 多 km 供水管道,至今没发现爆破和开裂。

2.1.3 聚丙烯(PP)塑料管

聚丙烯是以石油炼制厂的丙烯气体为原料聚合而成的烯烃类热塑性塑料。料源丰富、价廉。其密度为 $0.91 \sim 0.92 \text{g/cm}^3$,呈白色蜡状比聚乙烯透明度高。强度、刚度、热稳定性高于聚乙烯。聚丙烯管多用于化学废料排放管道、盐水管,由于材质轻,耐土壤腐蚀,常用于灌溉、水处理系统。由于聚丙烯管坚硬、耐热、防腐、

寿命长和价廉的特点,在国外将聚丙烯管埋入混凝土地坪内,管内通以温度不高于 65℃ 的热水,使地面加热的方法,获得良好的取暖效果。聚丙烯管材可采用热熔连接、焊接和螺纹连接,熔接方法同聚乙烯管材。

2.1.4 ABS 塑料管

ABS 塑料是由丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚而成的;ABS 塑料的性能,取决于三种聚合物的比例,以丁二烯为基础的共聚物,具有良好的韧性、低温回弹性和抗冲击性,以丙烯腈为主的共聚物,具有良好的表面硬度、耐热性、耐化学腐蚀性和较高的抗拉强度。以苯乙烯为主的共聚物,具有良好的塑性刚性、光泽性。因此可据制品要求选择不同类型的 ABS 树脂。用于管和管件的 ABS 塑料,丁二烯含量不应小于 6%,丙烯腈不应小于 15%,苯乙烯不应小于 25%。ABS 塑料管质轻,有较高的耐冲击强度和表面硬度,在 -40~+100℃ 仍可保持韧性、坚固性和刚度,并不受电腐蚀和土壤腐蚀,因此宜作埋地管线。由于 ABS 具有比硬聚氯乙烯、聚乙烯管更高的耐冲击韧性和热稳定性,因此可用于工作温度较高的管道。ABS 管道可采用粘结连接和法兰、螺纹连接。

给排水埋地管道多采用硬质聚氯乙烯(PVC-U)管和高密度聚乙烯(HDPE)管修建。以下重点介绍这两种管材的力学性能、设计、施工及验收的有关问题。

2.2 塑料管材的物理力学性能

2.2.1 塑料管材的密度

常用塑料管的密度

表 2.2.1-1

塑料种类	常温下标准密度 (g/cm ³)	塑料种类	常温下标准密度 (g/cm ³)
低密度聚乙烯(LDPE)	0.92	软质聚氯乙烯(PVC)	1.35
中密度聚乙烯(MDPE)	0.94	ABS	1.02~1.08
高密度聚乙烯(HDPE)	0.96	聚丙烯(PP)	0.90
硬质聚氯乙烯(PVC-U)	1.38		

2.2.2 温度敏感性

1. 线膨胀系:硬质聚氯乙烯较钢材的线膨胀系数高 5~7 倍,常用塑料管材的线膨胀系数见表 2.2.2-1。

常用塑料管材的线膨胀系数

表 2.2.2-1

塑 料 种 类	线膨胀系数($\times 10^5/^\circ\text{C}$)
聚 乙 烯 (LDPE)	18
(MDPE)	14~16
(HDPE)	13
聚氯乙烯 (PVC-U)	5~7
(PVC)	5~10
ABS	9
聚 丙 烯 (PP)	11

2. 使用温度范围:温度升的过高,塑料管材变软,温度降低,失去承载能力,温度过低变脆,承受冲击能变差,常用塑料管的最高、最低使用温度范围见表 2.2.2-2。

常用塑料管材的使用温度范围

表 2.2.2-2

塑 料 种 类	最 高 温 度 ($^\circ\text{C}$)		最低温度 ($^\circ\text{C}$)
	连续使用	无压力下短期使用	
聚乙烯(LDPE)	50~80	60~70	-20
(HDPE)	60~70	70~90	-40
聚氯乙烯(PVC)	50~60	60~70	0
ABS	60~80	80	-30
聚丙烯(PP)	80	80~100	0

聚氯乙烯管的抗拉强度与温度的关系密切。温度每上升 1°C ,聚氯乙烯管的抗拉强度便降低 0.66MPa ,其公式为:

$$F_t = F - 0.66(t - 20) \quad (2.2.2-1)$$

式中 F —— 20°C 时的抗拉强度(MPa);

F_t —— $t(^{\circ}\text{C})$ 时的抗拉强度(MPa);

t ——试验时的温度($^{\circ}\text{C}$)。

利用上式可将 $t(^{\circ}\text{C})$ 下试验得的抗拉强度 (F_t), 换算成 20°C 标准温度下的抗拉强度 (F), (公式仅适用于常温附近范围)。图 2.2.2-1 所示, 当温度达到 80°C 左右时, 聚氯乙烯管的抗拉强度便急剧下降。

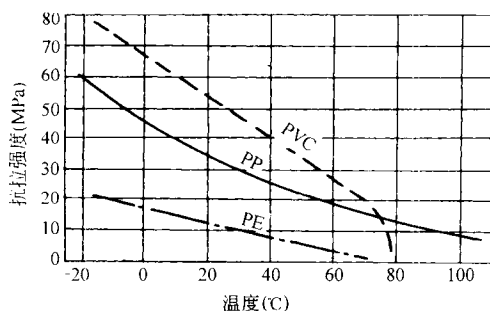


图 2.2.2-1 抗拉强度与温度的关系

不同温度对塑料管设计应力的影响, 及额定压力的折减系数见表 2.2.2-3、表 2.2.2-4。

使用温度对塑料管设计应力的影响

表 2.2.2-3

使用温度	20℃下设计应力的(%)				
	聚丙烯	聚乙烯		聚氯乙烯	ABS
		LDFE	HDPE		
20	100	160	100	100	100
30	—	80	65	80	95
40	50	60	40	60	80
50	—	45	25	25	70
60	25	25	15	—	60
70	—	—	10	—	40
80	12.5	—	—	—	25