

简明动力管道手册编写组 编

简明动力管道手册

机械工业出版社

717.611.3
7-322

简明动力管道手册

简明动力管道手册编写组 编



机械工业出版社

本手册在《动力管道手册》基础上,精炼了常用的热力管道、气体管道和燃气管道等内容,删去了不太常用的真空管道、高纯气体管道等内容,并增加了近年来发展的新技术、新材料和新设备,同时新编入动力介质性质和设计深度及各专业协作关系等章节。内容更实用,使用更方便。全书包括动力介质的性质、动力负荷的计算、动力管道系统、管道的布置及敷设、水力计算、管道附件的选择、管道强度及载荷计算、保温及防腐、动力管道安装及验收、设计内容及协作关系等共10章。

本手册主要供从事热力管道、燃气管道和气体管道等工程设计人员使用,亦可供施工安装人员和运行管理人员以及大专院校热能动力、燃气、供热、暖通等专业师生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明动力管道手册/简明动力管道手册编写组编
北京:机械工业出版社,1997.12
ISBN 7 111 05822-4

I. 简… I. 简… III. 管道-手册 N. TU990.3 62

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第15239号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:蓝伙全 版式设计:张世琴 责任校对:韩晶

封面设计:方芬 责任印制:路琳

北京大地印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998年1月第1版第1次印刷

850mm×1168mm_{1/32}·16.625印张·2插页·433千字

0 001—3 000册

定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

简明动力管道手册编写组

主 编 施振球(机械工业部第一设计研究院)
副 主 编 赵廷元(中国兵器工业第五设计研究院)
主要编写人

机械工业部第一设计研究院

黄先扬(第 2 章 第 7 章)

施振球(第 5 章)

中国兵器工业第五设计研究院

赵廷元(第 1 章、第 3 章、第 4 章第 5 节、第 10 章)

核工业第五研究设计院

张国维(第 4 章、第 8 章)

机械工业部第十一设计研究院

国 铭(第 6 章)

中国航空工业规划设计研究院

王振邦(第 9 章)

参加编写人

叶全乐、肖同华、张泉根、刘建平、
吴克江、张维君、顾凤娣、于文海

前 言

由机械工业动力科技情报网组织的动力管道手册编写组编写的《动力管道手册》于1994年出版发行后,得到了广大动力工作者的认可,1995年又再版共发行12000册。读者普遍认为手册内容全面、系统,且实用、新颖,具有较好的使用价值。该手册被评为机械工业出版社1995年优秀图书二等奖,并获得机械工业部第四届优秀工程勘察设计二等奖。

《动力管道手册》的编写考虑到内容全面性、系统完整性、公式可靠性等因素,从常用资料、设计计算、通用标准图、动力分站、安装验收、概算指标等都一一阐述,适合各方面动力工作者的使用。这样也使手册文字过多,达188万字,携带不便。广大动力工作者普遍要求,希望编写一本简明手册。

根据广大动力工作者的要求,在机械工业动力科技信息网组织安排下,动力管道手册编写组根据实用和常用的原则,在《动力管道手册》的基础上,精炼、删节,内容只包括热力管道、气体管道和燃气管道,并增加了近年来的新技术、新材料和新设备,同时新编入动力介质性质及设计深度和各专业协作关系等章节。全书以图表为主,内容更实用,使用更方便。

本手册主要供从事热力管道、燃气管道和气体管道等工程设计人员,亦可供施工安装人员和运行管理人员以及大专院校热能动力、燃气、供热、暖通等专业师生使用和参考。

由于我们水平和能力所限,不足和错误之处在所难免,希读者指正。联系单位:机械工业部第一设计研究院施振球(安徽省蚌埠市,邮政编码:233017)。

手册编写组

目 录

| | |
|----------------------------|----|
| 第 1 章 动力介质的性质 | 1 |
| 1 水和蒸汽 | 1 |
| 1.1 水和蒸汽的物理性质 | 1 |
| 1.2 水的化学性质 | 5 |
| 1.3 热水及蒸汽在动力工程中的用途 | 6 |
| 2 空气 | 6 |
| 2.1 空气的物理性质 | 6 |
| 2.2 压缩空气在工业上的应用 | 11 |
| 3 氧气 | 11 |
| 3.1 氧气的物理性质 | 11 |
| 3.2 氧气的化学性质 | 12 |
| 3.3 氧的爆炸性质 | 13 |
| 3.4 氧气在工业上的用途 | 14 |
| 4 乙炔 | 15 |
| 4.1 乙炔的种类 | 15 |
| 4.2 乙炔的物理性质 | 15 |
| 4.3 乙炔的爆炸性质 | 17 |
| 4.4 乙炔的化学性质 | 20 |
| 4.5 乙炔的用途 | 21 |
| 5 二氧化碳 | 21 |
| 5.1 二氧化碳的来源 | 21 |
| 5.2 二氧化碳的物理性质 | 22 |
| 5.3 二氧化碳的化学性质 | 22 |
| 5.4 二氧化碳的用途 | 23 |
| 6 氮气 | 24 |
| 6.1 氮气的物理性质 | 24 |
| 6.2 氮气的化学性质 | 24 |
| 6.3 氮气在工业上的应用 | 25 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 7 氢气 | 26 |
| 7.1 氢气的物理性质 | 26 |
| 7.2 氢气的化学性质 | 27 |
| 7.3 氢气的爆炸性质 | 28 |
| 7.4 氢气在工业上的用途 | 28 |
| 8 煤气 | 29 |
| 8.1 煤气的种类 | 29 |
| 8.2 煤气的性质 | 31 |
| 8.3 煤气的用途 | 33 |
| 第2章 动力负荷计算 | 34 |
| 1 生产用动力负荷计算 | 34 |
| 1.1 各类动力管道负荷计算 | 34 |
| 1.2 标态下液化石油气液态负荷计算 | 36 |
| 1.3 标态下液化石油气气态负荷计算(户内管道) | 36 |
| 1.4 城市煤气耗气量计算 | 37 |
| 1.5 煤气耗量表 | 39 |
| 2 采暖通风热负荷计算及耗热指标 | 43 |
| 2.1 机械工厂采暖通风热负荷计算 | 43 |
| 2.2 民用及公共设施采暖热负荷概算指标 | 46 |
| 3 生活用热负荷计算及用热指标 | 47 |
| 3.1 根据热水量定额计算设计小时耗热量 | 47 |
| 3.2 根据卫生器具小时热水用水量计算设计小时耗热量 | 49 |
| 3.3 根据热水设计小时耗水量计算设计小时耗热量 | 49 |
| 4 全厂动力负荷汇总表 | 53 |
| 第3章 动力管道系统 | 55 |
| 1 管道种类及其参数 | 55 |
| 1.1 热力管道 | 55 |
| 1.2 燃气管道 | 55 |
| 1.3 气体管道 | 55 |
| 2 热力管道系统 | 56 |
| 2.1 概述 | 56 |
| 2.2 热水系统 | 57 |

| | | |
|------------|-------------------------|-----------|
| 2.3 | 蒸汽系统 | 62 |
| 2.4 | 凝结水系统 | 64 |
| 3 | 燃气管道系统 | 69 |
| 3.1 | 发生炉煤气管道系统 | 69 |
| 3.2 | 城市煤气管道系统 | 70 |
| 3.3 | 天然气管道系统 | 73 |
| 3.4 | 液化石油气管道系统 | 76 |
| 4 | 气体管道系统 | 76 |
| 4.1 | 压缩空气管道系统 | 76 |
| 4.2 | 氧气管道系统 | 78 |
| 4.3 | 乙炔管道系统 | 81 |
| 4.4 | 氢气管道系统 | 82 |
| 4.5 | 二氧化碳管道系统 | 82 |
| 第4章 | 管道的布置及敷设 | 84 |
| 1 | 概述 | 84 |
| 2 | 管道的布置及敷设原则 | 84 |
| 2.1 | 厂区管道布置及敷设的一般原则 | 84 |
| 2.2 | 车间管道布置及敷设的一般原则 | 85 |
| 2.3 | 热力管道的布置及敷设 | 86 |
| 2.4 | 发生炉煤气、水煤气管道的布置及敷设 | 87 |
| 2.5 | 城市煤气管道的布置及敷设 | 88 |
| 2.6 | 液化石油气管道的布置及敷设 | 89 |
| 2.7 | 压缩空气管道的布置及敷设 | 92 |
| 2.8 | 氧气管道的布置及敷设 | 97 |
| 2.9 | 乙炔管道的布置及敷设 | 99 |
| 2.10 | 氢气管道的布置及敷设 | 100 |
| 2.11 | 管道节点及详图索引 | 101 |
| 3 | 架空敷设 | 116 |
| 3.1 | 低支架敷设 | 117 |
| 3.2 | 中支架敷设 | 117 |
| 3.3 | 高支架敷设 | 117 |
| 3.4 | 几种常用的管架结构型式 | 117 |

| | | |
|-----------------------|---|------------|
| 4 | 地沟敷设 | 121 |
| 4.1 | 通行地沟敷设 | 122 |
| 4.2 | 半通行地沟敷设 | 123 |
| 4.3 | 不通行地沟敷设 | 124 |
| 5 | 管道直埋敷设 | 125 |
| 5.1 | 国内外直埋技术的发展 | 125 |
| 5.2 | 氟聚塑直埋保温管 | 126 |
| 5.3 | “管中管”预制保温管 | 128 |
| 5.4 | 直埋管道的敷设方式 | 139 |
| 5.5 | 直埋管道设计计算 | 141 |
| 5.6 | 直埋管道设计要点 | 164 |
| 5.7 | 直埋保温管的安装及验收 | 165 |
| 6 | 专用构筑物 | 169 |
| 6.1 | 检查井 | 169 |
| 6.2 | 伸缩穴或补偿穴 | 170 |
| 7 | 管道的排水、放空、吹扫装置 | 171 |
| 7.1 | 热水管网及凝结水管网 | 171 |
| 7.2 | 蒸汽管网 | 171 |
| 7.3 | 煤气管道 | 174 |
| 7.4 | 煤气、压缩空气、氧气、乙炔、氢气等管道 常用的放气及排水管径 | 174 |
| 8 | 埋地管道间距及与建(构)筑物之间距 | 175 |
| 8.1 | 埋地管道相互间最小平面净距表 | 175 |
| 8.2 | 埋地管道交叉最小净距表 | 175 |
| 8.3 | 埋地管道与建(构)筑物最小平面净距表 | 175 |
| 9 | 架空管道间距及与建(构)筑物之间距 | 177 |
| 9.1 | 厂区架空管道间相互最小净距表 | 177 |
| 9.2 | 厂区架空管道与建(构)筑物最小平面净距表 | 177 |
| 9.3 | 厂区架空管道与建(构)筑物间最小垂直净距表 | 178 |
| 9.4 | 室内管道间及与电气设备间最小净距表 | 178 |
| 第5章 水力计算 | | 180 |
| 1 | 管径计算 | 180 |

| | | |
|------------|-----------------------------------|------------|
| 1.1 | 蒸汽管、压缩空气管、氧气、乙炔、二氧化碳管、 热水管管径计算 | 180 |
| 1.2 | 户内低压气态液化石油气管径计算 | 181 |
| 1.3 | 液态液化石油气管径计算 | 181 |
| 1.4 | 城市煤气管道管径计算 | 182 |
| 2 | 管道压力损失计算 | 182 |
| 3 | 常用流速和粗糙度 | 184 |
| 3.1 | 常用流速和粗糙度表 | 184 |
| 3.2 | k 值的换算 | 185 |
| 4 | 计算图表 | 186 |
| 4.1 | 蒸汽管道管径计算表 | 186 |
| 4.2 | 压缩空气管道管径计算表 | 186 |
| 4.3 | 余压凝结水管道管径计算表(一) | 186 |
| 4.4 | 余压凝结水管道管径计算表(二) | 186 |
| 4.5 | 自流凝结水管道管径计算表 | 186 |
| 4.6 | 热水及压力回水管管径计算表 | 186 |
| 4.7 | 发生炉冷煤气管管径计算表 | 186 |
| 4.8 | 水煤气及城市煤气管道管径计算表 | 187 |
| 4.9 | 人工煤气高中压钢管水力计算图 | 187 |
| 4.10 | 人工煤气低压钢管水力计算图 | 187 |
| 4.11 | 天然气高中压钢管水力计算图 | 187 |
| 4.12 | 天然气低压钢管水力计算图 | 187 |
| 4.13 | 气态液化石油气高、中压管水力计算图 | 187 |
| 4.14 | 气态液化石油气低压管水力计算图 | 187 |
| 4.15 | 液态液化石油气管水力计算图 | 187 |
| 4.16 | 液态液化石油气管径、流量、流速计算图 | 187 |
| 4.17 | 液态液化石油气修正系数 k_g 计算图 | 187 |
| 4.18 | 中、低压氧气管道管径计算表 | 187 |
| 4.19 | 氮气管管径计算表 | 187 |
| 4.20 | 乙炔管道管径计算表 | 187 |
| 4.21 | 氢气管管径计算表 | 187 |
| 4.22 | 二氧化碳气体管管径计算表 | 187 |
| 第6章 | 管道附件的选择 | 224 |

| | | |
|-----|---------------------|-----|
| 1 | 管材选择 | 224 |
| 1.1 | 常用钢管材质与适用温度 | 224 |
| 1.2 | 常用钢管规格与公称通径 | 224 |
| 1.3 | 管材选择的一般标准 | 225 |
| 1.4 | 常用管件简介 | 225 |
| 1.5 | 钢制法兰简介 | 226 |
| 2 | 阀门选择的一般要求 | 227 |
| 2.1 | 阀门的分类和用途 | 227 |
| 2.2 | 管道阀门的选择 | 229 |
| 3 | 减压装置的选择计算 | 229 |
| 3.1 | 减压阀的选用计算 | 229 |
| 3.2 | 调压孔板及选用计算 | 231 |
| 3.3 | 自立式调节阀 | 234 |
| 4 | 安全装置的选择计算 | 239 |
| 4.1 | 安全阀的选型计算 | 239 |
| 4.2 | 安全水封 | 242 |
| 4.3 | 氢气、煤气管道用网式阻火器 | 245 |
| 4.4 | 垂直安全阀 | 248 |
| 5 | 疏水装置及疏水阀 | 248 |
| 5.1 | 疏水阀的选用 | 248 |
| 5.2 | 凝结水回收装置 | 257 |
| 6 | 其它管道附件 | 258 |
| 6.1 | 油水分离器 | 258 |
| 6.2 | 集水与排水装置 | 264 |
| 6.3 | 除污器 | 266 |
| 6.4 | 配气器 | 272 |
| 6.5 | 汽水集配器 | 272 |
| 6.6 | 氧气、乙炔接头管 | 273 |
| 6.7 | 气体汇流排 | 275 |
| 7 | 管道热补偿 | 282 |
| 7.1 | 管道热伸长量计算 | 282 |
| 7.2 | 管道自然补偿 | 282 |

| | | |
|----------------------|-----------------------|------------|
| 7.3 | 管道矩形(方形)补偿器 | 285 |
| 7.4 | 套管式补偿器 | 288 |
| 7.5 | 波形补偿器 | 293 |
| 7.6 | 球形补偿器 | 304 |
| 8 | 管道支吊架及支座 | 307 |
| 8.1 | 常用支吊架生根结构件的强度计算 | 308 |
| 8.2 | 室内热力管道支吊架 | 317 |
| 8.3 | 热力管道支座 | 327 |
| 8.4 | 室内(装配式)管道支吊架简介 | 336 |
| 8.5 | 弹簧支吊架 | 344 |
| 8.6 | 无沟敷设管道固定支架 | 344 |
| 9 | 常用仪表的选用 | 347 |
| 9.1 | 温度计的选用 | 347 |
| 9.2 | 压力仪表的选用 | 350 |
| 9.3 | 流量仪表的选用 | 351 |
| 第7章 管道强度及载荷计算 | | 358 |
| 1 | 管道强度计算 | 358 |
| 1.1 | 管道理论壁厚计算 | 358 |
| 1.2 | 管道设计壁厚和取用壁厚 | 359 |
| 1.3 | 管道壁厚附加值 c_1 及 c_2 | 359 |
| 2 | 用图表法求解管道的推力和应力 | 361 |
| 2.1 | 平面管道的推力和应力计算 | 361 |
| 2.2 | 立体管道的推力和应力计算 | 364 |
| 3 | 支架载荷计算 | 368 |
| 3.1 | 垂直载荷 | 370 |
| 3.2 | 沿管道轴向的水平载荷 | 371 |
| 3.3 | 与管道轴向交叉的侧向水平载荷 | 374 |
| 4 | 固定支架推力计算 | 376 |
| 4.1 | 矩形补偿器和自然补偿固定支架推力计算公式 | 377 |
| 4.2 | 套管补偿器固定支架推力计算公式 | 378 |
| 4.3 | 波形补偿器固定支架推力计算公式 | 380 |
| 4.4 | 煤气管道固定支架推力计算 | 382 |

| | | |
|------------|------------------|------------|
| 4.5 | 固定支架推力计算实例 | 382 |
| 5 | 管道支架跨距的确定 | 387 |
| 5.1 | 概述 | 387 |
| 5.2 | 管道支架允许跨距计算 | 388 |
| 5.3 | 管道支架最大允许跨距 | 393 |
| 5.4 | 管道固定支架间距的确定 | 419 |
| 第8章 | 保温及防腐 | 421 |
| 1 | 保温设计准则 | 421 |
| 2 | 保温材料选择原则 | 421 |
| 3 | 保温热力计算 | 422 |
| 4 | 保温材料 | 431 |
| 5 | 保温结构 | 433 |
| 6 | 保护层 | 434 |
| 7 | 保温用辅助材料 | 436 |
| 8 | 保温工程 | 442 |
| 8.1 | 保温结构图 | 442 |
| 8.2 | 保温工程量计算表 | 447 |
| 8.3 | 保温层厚度表 | 453 |
| 9 | 涂料及防腐 | 466 |
| 9.1 | 概述 | 466 |
| 9.2 | 油漆涂料 | 466 |
| 9.3 | 管道防腐措施 | 472 |
| 第9章 | 动力管道安装及验收 | 477 |
| 1 | 动力管道安装应遵循的原则 | 477 |
| 2 | 管道加工及预制 | 477 |
| 2.1 | 管子清洗 | 477 |
| 2.2 | 弯管制作 | 477 |
| 2.3 | 三通管制作 | 479 |
| 2.4 | 矩型补偿器制作 | 479 |
| 3 | 管道焊接 | 480 |
| 3.1 | 一般规定与注意事项 | 480 |

| | | |
|-----|------------|-----|
| 3.2 | 坡口加工及接头组对 | 480 |
| 3.3 | 焊接方法的选择 | 482 |
| 3.4 | 预热与热处理 | 482 |
| 3.5 | 焊条的选用 | 482 |
| 3.6 | 焊缝检验 | 483 |
| 4 | 支吊架的安装 | 484 |
| 4.1 | 安装前的准备工作 | 484 |
| 4.2 | 安装要求 | 484 |
| 4.3 | 安装方法 | 485 |
| 5 | 管道安装 | 485 |
| 5.1 | 管道安装前具备的条件 | 485 |
| 5.2 | 一般规定 | 486 |
| 5.3 | 阀门和法兰的安装 | 486 |
| 5.4 | 热力等管道安装 | 487 |
| 5.5 | 氧气管道安装 | 488 |
| 5.6 | 乙炔管道安装 | 489 |
| 5.7 | 液化石油气管道安装 | 489 |
| 5.8 | 补偿器的安装 | 489 |
| 6 | 管道系统的试验 | 491 |
| 6.1 | 一般规定 | 491 |
| 6.2 | 强度与严密性试验 | 492 |
| 6.3 | 气压试验 | 496 |
| 6.4 | 其它试验 | 496 |
| 7 | 管道系统吹洗 | 496 |
| 7.1 | 一般规定 | 496 |
| 7.2 | 水冲洗 | 497 |
| 7.3 | 空气吹扫 | 497 |
| 7.4 | 氮气吹扫 | 497 |
| 7.5 | 蒸汽吹扫 | 497 |
| 7.6 | 脱脂(或脱油) | 498 |
| 8 | 管道的保温及防腐 | 499 |
| 8.1 | 管道涂漆施工 | 499 |

| | | |
|---------------|------------------|------------|
| 8.2 | 管道保温施工 | 499 |
| 9 | 管道工程质量检验的评定标准 | 501 |
| 9.1 | 管子、部件和焊接材料与阀门检验 | 501 |
| 9.2 | 管道连接检查 | 502 |
| 9.3 | 管道安装检查 | 502 |
| 9.4 | 部件检查 | 502 |
| 9.5 | 阀门安装检查 | 505 |
| 9.6 | 管道试验、吹扫和涂色检查 | 505 |
| 9.7 | 管道保温检查 | 505 |
| 9.8 | 管道绝缘防腐检查 | 506 |
| 第 10 章 | 设计内容及协作关系 | 507 |
| 1 | 概述 | 507 |
| 2 | 初步设计 | 508 |
| 2.1 | 编制初步设计的设计依据 | 508 |
| 2.2 | 初步设计的内容和设计深度 | 509 |
| 3 | 施工图设计 | 510 |
| 3.1 | 室外动力管道 | 510 |
| 3.2 | 室内动力管道 | 513 |
| 3.3 | 计算书 | 514 |
| 4 | 协作关系 | 514 |
| 4.1 | 初步设计阶段 | 514 |
| 4.2 | 室外动力管道施工图设计阶段 | 515 |
| 4.3 | 室内动力管道施工图设计阶段 | 516 |

第 1 章 动力介质的性质

工厂中常用的动力介质有水和蒸汽、空气、氧气、乙炔、氮气、氢气、二氧化碳、发生炉煤气、城市煤气、液化石油气及天然气等。从事动力管道设计的工程技术人员,应该熟悉各种动力介质的物理化学性质及爆炸特性,以便在设计中采取一些技术措施和安全措施,确保设计质量,便于安装及运行管理的可靠性和安全性。下面将分别介绍各种动力介质的特性。

1 水和蒸汽

1.1 水和蒸汽的物理性质

水是由质量分数为 11.11% 氢和 88.89% 氧组成,它的化学符号为 H_2O 。纯水(即不含杂质的水)是无色无味无臭的液体,厚层则呈深蓝色。纯水几乎不导电,但因它是无机化合物的最好溶剂,因此这些化合物溶解后即能使水溶液导电。当温度为 $4^{\circ}C$ 时,其密度为最大。水的凝固点为 $0^{\circ}C$,沸点为 $100^{\circ}C$ 。在自然界所有固态和液态的物质中,水的比热容最大,其比热容值为 $4.1868kJ/(kg \cdot K)$ 。因此,在动力工程中经常利用水和水蒸汽作为动力介质。

在动力工程中将低于 $100^{\circ}C$ 的热水称为低温水,而将高于 $100^{\circ}C$ 的热水称为高温水。蒸汽有饱和蒸汽和过热蒸汽之分。在一定压力下,蒸汽的温度高于对应着此压力下的饱和温度时,此蒸汽即为过热蒸汽。过热蒸汽的温度与饱和蒸汽温度之差,称为过热蒸汽的过热度。

水和蒸汽的物理性质表见表 1-1~表 1-3。

表 1-1 饱和蒸汽表(按绝对压力排列)

| 绝对压力 p/MPa | 温度 $t/^\circ\text{C}$ | 比体积/ (m^3/kg) | | 比焓/ (kJ/kg) | | 汽化潜热 $\gamma/(\text{kJ}/\text{kg})$ |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------|---------------|--|
| | | 水比体积 v' | 蒸汽比体积 v'' | 水比焓 h' | 蒸汽比焓 h'' | |
| 0.001 | 6.983 | 0.0010001 | 129.20 | 29.34 | 2514.4 | 2485.0 |
| 0.005 | 32.898 | 0.0010052 | 28.19 | 137.77 | 2561.6 | 2423.8 |
| 0.010 | 45.833 | 0.0010102 | 14.67 | 191.83 | 2584.8 | 2392.9 |
| 0.015 | 53.997 | 0.0010140 | 10.02 | 225.97 | 2599.2 | 2373.2 |
| 0.020 | 60.086 | 0.0010172 | 7.65 | 251.45 | 2609.9 | 2358.4 |
| 0.025 | 64.992 | 0.0010199 | 6.204 | 271.99 | 2618.3 | 2346.4 |
| 0.030 | 69.124 | 0.0010223 | 5.229 | 289.30 | 2625.4 | 2336.1 |
| 0.035 | 72.702 | 0.0010245 | 4.529 | 304.30 | 2631.5 | 2327.2 |
| 0.040 | 75.886 | 0.0010265 | 3.993 | 317.65 | 2636.9 | 2319.2 |
| 0.045 | 78.743 | 0.0010284 | 3.576 | 329.64 | 2641.7 | 2312.0 |
| 0.05 | 81.345 | 0.0010301 | 3.240 | 340.56 | 2646.0 | 2305.4 |
| 0.06 | 85.954 | 0.0010333 | 2.732 | 359.93 | 2653.6 | 2293.6 |
| 0.07 | 89.959 | 0.0010361 | 2.365 | 376.77 | 2660.1 | 2283.3 |
| 0.08 | 93.512 | 0.0010387 | 2.087 | 391.72 | 2665.8 | 2274.0 |
| 0.09 | 96.713 | 0.0010412 | 1.869 | 405.21 | 2670.9 | 2265.6 |
| 0.10 | 99.632 | 0.0010434 | 1.694 | 417.51 | 2675.4 | 2257.9 |
| 0.12 | 104.81 | 0.0010476 | 1.428 | 439.36 | 2683.4 | 2244.1 |
| 0.14 | 109.31 | 0.0010513 | 1.236 | 458.42 | 2690.3 | 2231.9 |
| 0.16 | 113.32 | 0.0010547 | 1.091 | 475.38 | 2696.2 | 2220.9 |
| 0.18 | 116.93 | 0.0010579 | 0.9772 | 490.70 | 2701.5 | 2210.8 |
| 0.20 | 120.23 | 0.0010608 | 0.8854 | 504.70 | 2706.3 | 2201.6 |
| 0.22 | 123.27 | 0.0010636 | 0.8098 | 517.62 | 2710.6 | 2193.0 |
| 0.24 | 126.09 | 0.0010663 | 0.7465 | 529.64 | 2714.5 | 2184.9 |
| 0.26 | 128.73 | 0.0010688 | 0.6925 | 540.87 | 2718.2 | 2177.3 |
| 0.28 | 131.20 | 0.0010712 | 0.6460 | 551.44 | 2721.5 | 2170.1 |
| 0.30 | 133.54 | 0.0010735 | 0.6056 | 561.43 | 2724.7 | 2163.2 |
| 0.32 | 135.75 | 0.0010757 | 0.5700 | 570.90 | 2727.6 | 2156.7 |
| 0.34 | 137.86 | 0.0010779 | 0.5385 | 579.92 | 2730.3 | 2150.4 |
| 0.36 | 139.86 | 0.0010799 | 0.5103 | 588.53 | 2732.9 | 2144.4 |
| 0.38 | 141.78 | 0.0010819 | 0.4851 | 596.77 | 2735.3 | 2138.6 |
| 0.40 | 143.62 | 0.0010839 | 0.4622 | 604.67 | 2737.6 | 2133.0 |
| 0.42 | 145.39 | 0.0010858 | 0.4415 | 612.27 | 2739.8 | 2127.5 |