

建筑中给排水管道穿越隔震层（沟）的技术措施探讨

白晓菲

（河北省石家庄市，河北 石家庄 050000）

【摘要】 隔震层中的给排水管道在数量和类型上都具有较多的特点，且具有一定的分散性，因此给隔震建筑中的给排水管道设计与施工带来了较大的挑战。本文先对隔震建筑的隔震原理进行介绍，并简要分析了隔震层上下部管道的布置特点，对穿越隔震层的给排水管道相关技术措施进行重点分析和探讨，旨在提升隔震建筑的安全性

【关键词】 隔震建筑；给排水管道；隔震层（沟）；技术措施

前言

在现阶段的地震工程领域，隔震技术作为一种高新技术，已经成为较为成熟且应用较多技术类型，在建筑防震、抗震方面发挥出了重要价值。给排水管道施工是隔震建筑中的重点和难点，因受到周边环境与技术水平的影响，给排水管道在隔震层中的科学设计与施工会直接影响到隔震建筑的整体安全性和持续使用性，因此需要对隔震层中的给排水管道的相关技术措施进行分析和探讨。

一、隔震建筑的隔震原理概述

隔震建筑是对隔震和消能减震设计进行综合利用而形成的建筑类型，此种建筑类型是利用地震层将地震运动时所带来的部分巨大作用力转移到隔震元件上，提高建筑物应对地震的强度。隔震层一般会按照隔震建筑的实际情况设置在不同的位置，将其作为划分依据，可分为基础隔震和柱顶隔震两种类型^[1]。当建筑物遭遇地震影响时，其所受到的破坏性影响大都是来自水平方向的位移，因此需要将隔震建筑设计施工的重点放在该方向位移的合理应对上。

对于传统建筑而言，其抗震功能的发挥主要依靠上部结构与基础的稳固化连接，借助此种方式地震时所产生的位移作用力都传输至建筑的上部结构，从而维持整个建筑的稳定性。传统的抗震技术为了更好地预防建筑结构的断裂问题，一般会采用加大梁柱配筋、强化材料强度的方式^[2]。而隔震建

筑主要是对隔震层进行利用，隔震层实际上可以被看作是一种柔性底层，具有容易变形和弹性恢复的特点，凭借着此种特点，可在遭遇地震的时候将阻尼力增大，以延长上部结构的振动周期，从而减少地震作用力对建筑物的破坏性影响。

二、隔震层管道的布置特点

对于隔震建筑而言，其隔震层主要由上下两个部分的管道所构成^[3]。若上部结构具有较多的排水立管，可将隔震层的上部作为重点，对相对分散化的排水立管作出集中汇合的处理，最终以较少的排水立管实施下穿隔震层的设计方案。若上部结构具有较多的压力给水分支立管，可先将地下泵房的干管作引出处理，将其直接穿越隔震层，再与给水横干管实施连接处理，将共同的管线全部布置在上部结构当中，最后进行分支处理。该种设计方式的应用可对竖向穿越隔震层的分支立管数量进行减少，并且仅需要设置隔震层的干管隔震措施，对整个隔震工程的安全性和便利性都具有重要的意义。对于隔震层中的水平横管布设而言，若存有隔震层布设的需要，可通过顶部敷设抗震支吊架的方式进行布设，减少地震作用力对其产生的影响，提高管道安全性，同时也能尽可能地减少地面管道的数量，影响维修空间。

三、隔震建筑给排水管道穿越隔震层的技术措施

（一）隔震层给排水管道的设计要求

对于建筑物而言，其内部经常会存有大量不同类型的给排水管道，且布置具有一定的分散性。在对给排水管道实施具体实际设计和安装工作时，需对隔震层进行关注，因为给排水管道的竖向、横向管线在穿越隔震层时，会存在遭受隔震层（沟）两侧所产生的相对运动影响的可能性。因此在对隔震建筑实施给排水施工时，会面临着较大的挑战和风险。在开展给排水施工设计相关工作时，不仅要保证管道系统的正常工作效果进行有效保证，还要以此为基础设计出可应对地震状态所形成的相对位移的给排水管道施工方案，强化发挥隔震建筑在各方面的抗震效果。对于需要穿越隔震层的给排水设计管线设计而言，其所面临的重大问题即如何在保证管线正常使用功能的同时，适应地震状态下隔震建筑所产生的最大位移。设置柔性连接是应对上述问题的关键性技术，柔性管道在处于地震状态时，需要具备承受任一水平方向位移的功能，且该水平位移的数值不可比隔震层（罕遇地震）水平位移 $\max$ 的 1.2 倍要小^[4]。对于最大水平位移而言，其数据计算主要与结构专业相关，通过综合多种条件而得出的内容，本文后续所出现的 1.2 倍水平位移 $\max$ 统一使用“d”进行表示。

（二）隔震层柔性管道技术体系构建

隔震建筑在遭遇地震现象时，隔震层内的结构（上部机构与基础结构）会出现水平位移变形的表现，而柔性管道体系的设计不仅要发挥出避免影响隔震层位移的作用，避免对减震建筑物的抗震效果造成影响。还要对隔震层位移可能会产生的管道挤压问题进行关注，避免引发次生灾害问题。对于穿越隔震层的各类柔性管道的产品选择而言，不仅要将对压力、温度和卫生等基本要求作出全面考虑，还要与隔震层的实际安装空间结合在一起，形成多方面综合考量的技术体系支撑。现阶段的隔震层给排水管道设计主要是以柔性管道技术体系为主，主要产品类型如金属波纹管、橡胶软管、套管伸缩器及其相关的衍生类产品^[5]。

1. 立管柔性连接节点的安装

给排水管线在穿越隔震层时，区域内若存在供水立管和排水立管，可将金属波纹管与橡胶软管的柔性连接产品应用在其中，可对最大允许位移进行有效满足。将隔震建筑的给排水管道水力特性作为柔性产品的选型依据，一般会将金属波纹管柔性连接应用在压力给水立管的安装中，将橡胶软管柔性连接应用在重力排水立管的安装中。对于压力排水立管而言，一般是优先选用橡胶软管，若水压处于大于橡胶软管压力的情况，可选用金属波纹管。

普通建筑内的给排水管道设计与安装大都选择靠近墙壁和柱边进行敷设，此种安装方式的主要特点即方便有效。穿越隔震层的管道安装与其存在较大差异，需对柔性管道所应对的角向、轴向位移的安全性进行关注，要对补偿器所连接的两个管道的轴向空隙进行合理控制，不能比管道的直径要小。具体而言，管道补偿器与管道搭接的长度需以实际的连接方式为基础进行确定。

2. 横管柔性连接节点的安装

给排水管线在穿越隔震层时，区域内若存在供水横管和排水横管，可依据实际情况选用金属波纹管、橡胶软管和套管伸缩器。在具体的选用过程中，要将隔震建筑的给排水管道水力特性作为柔性产品的选型依据，将金属波纹管柔性补偿器应用在压力给水横管的安装中，将橡胶软管和套管伸缩器作为重力排水横管的柔性连接产品。针对压力排水横管的柔性连接而言，橡胶软管、套管伸缩器是优先选择的产品类型，水压处于 >2 种型号的工作压力时，可将金属波纹管作为备选对象。

一般在实际的施工过程中，柔性管道的设置的主要目的即为了尽可能地少穿越隔震层，因此在对柔性管道进行安装时，一般选择在隔震缝以上的位置进行安装。此外，需对柔性管道所应对的角向、轴向位移的安全性进行关注，要对补偿器所连接的两个管道的轴向空隙进行合理控制，不能比管道的直径要小。

（三）隔震层管线软连接管道布置

1. 隔震层进出户管线软连接布置

下图 1 所示竖向隔震管道布置方式，不仅安装起来较为简单，且不容易占据大量的空间。但此种布局方式存在一定缺陷，即地震状态下的水平位移数值 d 较大时，会导致竖向导管伸出较长的问题，继而对给排水出户管道的埋深造成严重影响。在对排水软连接管道进行布置时，需将重点放在排水坡度和距离外墙的距离两个方面的内容，避免出现室外排水管网整体埋深降低的现象，进而导致室外管网造价升高的现象。此外，还要对校核的相关内容关注。一般而言，排水软管竖向长度过长的问题可利用设置 U 形软管的方式进行一定的解决。针对地下室外墙附近位置所设置的立管而言，无法采用直接外墙出户的方式，一般是将柔性管道设置在平行外墙的方式进行处理，若竖向高度足够也可采用竖向柔性管道进行处理。

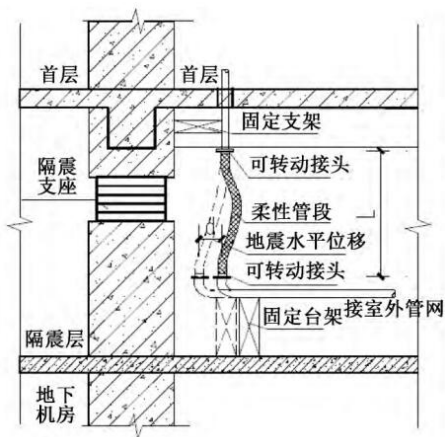
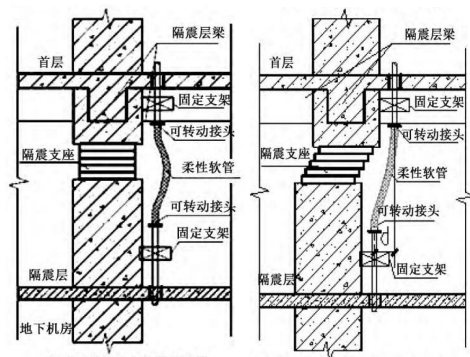


图 1 给排水出户管道竖向隔震做法

2. 穿越隔震层立管软连接管道布置

对于穿越隔震层的给排水管道布置而言，重力排水立管的隔震软连接可选用橡胶软管（钢丝缠绕状态），并以下图 2-1 所示方式实施布置，金属波纹管软连接一般是应用在压力立管的安装中，并实施下图 2-2 所示的方式进行布置。对于隔震软管的可变形管段而言，其长度需要经过一定的计算才可确定，但需要处于 $>$ 隔震支座竖向长度的状态，若立管与墙体或柱体的距离处于 $< d$ 的状态时，需对立管刚性段可转动接头的设置进行关注，隔震层梁的下部是最优的设置位置。



2-1

2-2

图 2 穿越隔震层至地下机房层管道隔震做法

3. 新型给排水隔震软连接管道布置

柔性管道连接的方式在近些年已经得到了一定的发展，新型的给排水软连接产品也陆续出现在市场上。以新型 II 波金属波纹管为例，与传统的螺旋形金属波纹管有所差异，此种产品可对软连接的安全性进行保证，并实现了金属波纹管的拉长与变形。因此，将其应用在压力给水系统的管道布置当中，可在安装的时候发挥出较好的水力条件。此外，当该种新型金属波纹管与传统金属管处于相同的位移作用力时，新型金属管的柔性管段安装长度具有较短的优势。

（四）隔震金属波纹软管的设计长度

1. 对横向位移的金属波纹软管长度进行计算

将金属波纹软管应用在隔震层的给排水管道布置当中，需要对其长度的计算进行关注，该计算与弯曲的半径具有直接性的关系。对于金属软管而言，其弯曲半径属于实际应用中的重要性参数，需要对其进行综合的分析，然后将实际的情况作为依据，实现对金属软管实际弯曲半径的确定。

2. 对隔震层金属波纹软管实际安装长度进行确定

金属波纹软管作为高品质柔性管道，其主要构成波纹管、网套和接头。金属波纹软管本身并不具备轴向伸缩的功能，一般需要对径向变形进行借助，利用预留好的弯曲长度实现压缩或者伸长的功能，以此种方式来应对地震时的水平位移。压缩长度、伸长长度、安装长度是金属软管的三种常见状态。其中压缩长度为软管极限压缩状态下的长度，

拉伸长度就是极限拉伸时的长度，安装长度时软管处于 d 的一半时的长度，只有在安装长度才可对隔震层给排水管道的隔震需求进行有效满足。

（五）隔震橡胶软管和套管伸缩套的技术分析

1. 隔震橡胶软管的技术分析

隔震橡胶软管的主要组成为内胶层、补强层和外胶层，对补强层的材料进行一定的优化，就可实现隔震橡胶软管对不同强度压力和变形的有效承受。相较于金属波纹软管，弯曲性和伸长率都是橡胶软管的重要优势，并且对其进行应用，能够减少安装时多占用的空间，可更好地适应地震状态下的水平位移。一般是依据橡胶软管的构造特点将其划分为承压和无压两种主要的类型。其中承压软管大多是应用在暖通供水的压力管理的柔性连接当中，竖向安装是其主要的安装方式，将其应用在隔震层中，一旦发生地震水位位移就可以发挥出自身的伸长率和弯曲性，满足变形的需求，发挥强大的隔震效果。无压软管主要应用在排水和雨水系统当中，水平、竖向安装都可以应用其中，其中竖向安装与承压软管具有相同的安装原理，水平安装以单向安装为主，当隔震层发生水平位移时，一旦发生地震水位位移就可以发挥出自身的伸长率和弯曲性，满足变形的需求。

2. 隔震套管伸缩器的技术分析

套管伸缩器是一种由密封球头构成两端，可伸缩的内外套筒构成中部位位置的构件。一般来说，只需要对该构件的伸缩长度进行一定的调节，就可实现对轴向伸缩变形量以及径向变形需求的满足。此种软连接主要采用水平单向安装的方式，一般只能应用在排水和雨水系统的柔性连接安装当中。

（六）隔震软连接管件的维护管理

对于隔震软连接管件而言，需要通过标注文字标识的方式为后续的维护管理提供良好的基础。隔震建筑进行验收之前，需积极提供使用维护的相关手册，并将其作为后续维护管理的主要依据。维护检查一般有常规检查、定期检查、应急检查三种主要的类型，针对我国隔震工程的实际情况，可以总结性的维护措施予以应对。一是关注验收前的检查

工作，避免出现疏忽与遗漏；二是关注建筑交工之后的检查工作，一般是由物业管理部门和业主做好检查管理，对隔震建筑的使用与部件维护进行重视，一般可以按照 2 次 / 年的频率实施检查，一旦发现异常情况要及时报备并合理处理，避免影响建筑物的安全性；三是关注相关的技术专家的定期检查和维修，此种定期检查的重点为隔震层部件老化、失效等相关问题上，避免对隔震性能的有效发挥产生不利影响；四是关注临时性检查，一旦发生灾害性问题，如地震等，需要及时实施临时检查，避免对隔震柔性管道的正常应用产生不利影响。

结语

综上所述，隔震建筑已经成为抵抗地震灾害的重要建筑类型，在对此种建筑进行设计和施工时，需要将重点放在隔震层给排水管道上，保证建筑物在经历地震灾害之后依旧保持在整体安全的状态当中，实现建筑物的可持续使用。因此，需要相关专业的技术人员，从设计阶段入手，做好专项的深化设计，对柔性管道体系的构建进行关注，通过合理选型、科学安装、维护管理等环节，发挥出隔震柔性管道的真正作用。

参考文献：

- [1] 李安达,孙颖慧,叶烈伟,徐立波,师前进,何晓微.建筑给排水隔震柔性管道设计方法[J].中国给水排水,2021,37(08):59-64.
- [2] 郝华来,刘洁岭.论城市给排水系统抗震防灾策略[J].工程抗震与加固改造,2020,42(02):163.
- [3] 闫彬.给排水系统抗震管道设计研究[J].建筑技术开发,2020,47(17):29-30.
- [4] 林晓星.论城市建筑给排水系统抗震防灾策略[J].工程抗震与加固改造,2020,42(04):167.
- [5] 刘文科.建筑隔震橡胶柔性管道抗震性能研究[D].北京建筑大学,2020.34-36.

作者简介：白晓菲（1985.09—），女，籍贯：河北灵寿，民族：汉，现在职称：中级，隔震，身份证号：13012619xxxxxxxx21