

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200810063670.2

[51] Int. Cl.

E04B 7/08 (2006.01)

E04B 7/14 (2006.01)

E04B 1/32 (2006.01)

E04B 1/342 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年12月23日

[11] 授权公告号 CN 100572714C

[22] 申请日 2008.6.24

[21] 申请号 200810063670.2

[73] 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市浙大路 38 号

[72] 发明人 高博青 张 瑞 汪毅俊 陈春雷

[56] 参考文献

CN201221131Y 2009.4.15

CN101029521A 2007.9.5

审查员 王 浩

[74] 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司
代理人 张法高

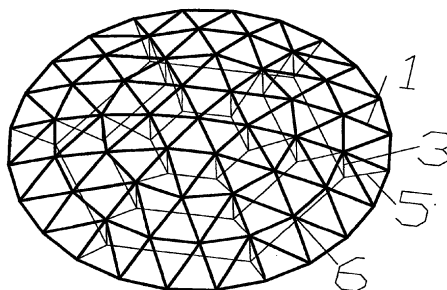
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种用于弦支穹顶结构的连接结构

[57] 摘要

本发明公开了一种用于弦支穹顶结构的连接结构。弦支穹顶结构是由上弦单层球面网壳、斜索和环索通过竖压杆连接而成的结构。本发明中斜索、环索和竖压杆通过焊接空心球节点相连接。焊接球节点在水平环索方向开三个孔洞，其中两孔洞是使一根环索穿过焊接球节点并通过铸锚锚接，另一孔在焊接球节点内部垫圈和螺帽锚固出一个连接索头，与另一环索通过螺纹套筒相连接；焊接球节点在斜索方向开另一个孔洞，在焊接球节点内部用垫圈和螺帽锚固出另一个连接索头，与斜索通过螺纹套筒相连接。采用这种连接结构后，弦支穹顶结构的施工非常方便，可多次调整索力，克服目前弦支穹顶结构工程中索力与理论值难以一致的缺点。



1. 一种用于弦支穹顶结构的连接结构，其特征在于：它包括上弦网壳杆件(1)，上弦网壳节点(2)、竖压杆(3)、焊接空心球节点(4)、斜索(5)、环索(6)、第一销栓连接接头(7)、第一螺纹套筒(8)、第一螺帽及垫板(9)、第一索头(10)、第二螺帽及垫板(11)、支承管(12)、第二销栓连接接头(13)、第三销栓连接接头(14)、第二螺纹套筒(15)、第二索头(16)、第三螺帽及垫板(17)；上弦网壳杆件(1)、上弦网壳节点(2)组成弦支穹顶结构的网壳结构部分，斜索(5)、环索(6)和竖压杆(3)通过焊接空心球节点(4)相连接；焊接球节点(4)在水平环索方向开三个孔洞，其中两孔洞是使一根环索(6)穿过焊接球节点(4)并通过第一螺帽及垫板(9)锚接，焊接球节点(4)的另一孔用于第二螺帽及垫板(11)连接第一索头(10)，第一索头(10)与环索(6)通过第一螺纹套筒(8)相连接；焊接球节点(4)在斜索方向开有第四个孔洞，用于第三螺帽及垫板(17)与第二索头(16)连接，第二索头(16)与斜索(5)通过第二螺纹套筒(15)相连接；斜索(5)上端与网壳上弦节点(2)通过沿网壳球面径向可自由转动的第一销栓连接接头(7)相连接；竖压杆(3)下端与焊接空心球节点(4)通过可沿网壳法向自由转动的第二销栓连接接头(13)相连接，竖压杆(3)上端与上弦网壳节点(2)的连接采用沿网壳径向可转动的第三销栓连接接头(14)相连接。

2. 根据权利要求1所述的一种弦支穹顶结构的连接结构，其特征在于：所述的焊接空心球节点(4)由两半球焊接而成，在焊接前，将第一索头(10)一端连接于第二螺帽及垫板(11)，并置于球内，另一端连有螺纹套筒(8)，将第二索头(16)一端连接于第三螺帽及垫板(17)，并置于球内，另一端连有螺纹套筒(15)。

3. 根据权利要求1所述的一种弦支穹顶结构的连接结构，其特征在于：所述的穿过焊接空心球节点(4)的环索(6)锚固端先穿过支承管(12)，支承管(12)一端焊接在焊接空心球节点(4)上，支承管(12)另一端焊接在第一螺帽及垫板(9)的垫板上。

一种用于弦支穹顶结构的连接结构

技术领域

本发明涉及建筑领域，尤其涉及一种用于弦支穹顶结构的连接结构。

背景技术

弦支穹顶结构是由日本学者 M Kawaguchi 于 1993 年提出的一种新的结构形式。它综合了单层网壳和索穹顶结构的优点，具有较好的力学性能。弦支穹顶结构就是基于提高单层球面网壳的稳定性，减少对外部构件的依赖程度而形成的自平衡结构体系，一方面提高了单层网壳结构的稳定性，使结构能够跨越更大的空间；另一方面新结构体系为自平衡体系，不需要借助外部构件成形，减少对外部构件的依赖程度。

但其也存在以下几个问题：

1) 结构中竖压杆、斜索和环索相交于一点，此节点设计还没有形成成熟的理论体系。

2) 弦支穹顶结构虽已提出多种预应力施工方法，但实际工程应用较少，仍存在预应力损失过多、预应力实测值与设计值偏差大，并且无法进行调整。

3) 由于受现行设计节点的限制，要对已施加的预应力进行调整非常困难，这使得实际弦支穹顶结构设计中不得必考虑这一问题，从而增加了用钢指标，有的弦支穹顶结构拉索成了装饰。

发明内容

本发明的目的是克服现有技术不足，提供一种用于弦支穹顶结构的连接结构。

用于弦支穹顶结构的连接结构包括上弦网壳杆件，上弦网壳节点、竖压杆、焊接空心球节点、斜索、环索、第一销栓连接接头、第一螺纹套筒、第一螺帽及垫板、第一索头、第二螺帽及垫板、支承管、第二销栓连接接头、第三销栓连接接头、第二螺纹套筒、第二索头、第三螺帽及垫板；杆件、上弦网壳节点组成弦支穹顶结构的网壳结构部分，斜索、环索和竖压杆通过焊接空心球节点相连接；焊接球节点在水平环索方向开三个孔洞，其中两孔洞是使一根环索穿过焊接球节点并通过第一螺帽及垫板锚接，焊接球节点的另一孔用于第二螺帽及垫板连接第一索头，第一索头与环索通过第一螺纹套筒相连接；焊接球节点在斜索方向开有第四个孔洞，用于第三螺帽及垫板与第二索头连接，第二索头与斜索通过第二螺纹套筒相连接；斜索上端与网壳上弦节点通过沿网壳球

面径向可自由转动的第一销栓连接接头相连接；竖压杆下端与焊接空心球节点通过可沿网壳法向自由转动的第二销栓连接接头相连接，竖压杆上端与上弦网壳节点的连接采用沿网壳径向可转动的第三销栓连接接头相连接。

所述的焊接空心球节点由两半球焊接而成，在焊接前，将第一索头一端连接于第二螺帽及垫板，并置于球内，另一端连有螺纹套筒，将第二索头一端连接于第三螺帽及垫板，并置于球内，另一端连有螺纹套筒。穿过焊接空心球节点的环索锚固端先穿过支承管，支承管一端焊接在焊接空心球节点上，支承管另一端焊接在第一螺帽及垫板的垫板上。

本发明与背景技术相比具有的有益效果是：

1)本发明中连接斜索、环索和竖压杆的是焊接空心球节点，而焊接空心球节点有便于加工、安装方便等优点；

2)本发明中索、杆与节点的连接采用螺纹套筒连接或销栓连接，便于工地安装，不需工地焊接，并且螺纹套筒可以消除索的加工误差；

3)预应力施工时可用多种方案，如在同一圈索上，可同时张拉各环索，也可逐根分步张拉。采用此连接结构也使弦支穹顶结构整体安装简单，预应力可进行多次调整，从而易使预应力实测值与设计值一致；

4)采用本连接结构后，下弦环索被分成几段，分段安装便于控制安装精度，保证施工质量；

5)竖压杆与上下端节点的连接采用只能沿某一方向自由转动的销栓连接，保证了安装和实际工作所需要的必要转动。

附图说明

图 1 为弦支穹顶结构上弦、压杆、斜索和环索整体图；

图 2 为焊接空心球节点与竖压杆、斜索、环索连接图；

图 3 为焊接空心球节点与环索连接俯视图；

图 4 为环索与接空心球节点连接详图；

图中：上弦网壳杆件 1、上弦网壳节点 2、竖压杆 3、焊接空心球节点 4、斜索 5、环索 6、第一销栓连接接头 7、第一螺纹套筒 8、第一螺帽及垫板 9、第一索头 10、第二螺帽及垫板 11、支承管 12、第二销栓连接接头 13、第三销栓连接接头 14、第二螺纹套筒 15、第二索头 16、第三螺帽及垫板 17。

具体实施方式

用于弦支穹顶结构的连接结构包括上弦网壳杆件 1，上弦网壳节点 2、竖压杆 3、焊接空心球节点 4、斜索 5、环索 6、第一销栓连接接头 7、第一螺纹套筒

8、第一螺帽及垫板 9、第一索头 10、第二螺帽及垫板 11、支承管 12、第二销栓连接接头 13、第三销栓连接接头 14、第二螺纹套筒 15、第二索头 16、第三螺帽及垫板 17；杆件 1、节点 2 组成弦支穹顶结构的网壳结构部分，斜索 5、环索 6 和竖压杆 3 通过焊接空心球节点 4 相连接；焊接球节点 4 在水平环索方向开三个孔洞，其中两孔洞是使一根环索 6 穿过焊接球节点 4 并通过第一螺帽及垫板 9 锚接，焊接球节点 4 的另一孔用于第二螺帽及垫板 11 连接第一索头 10，第一索头 10 与环索 6 通过第一螺纹套筒 8 相连接；焊接球节点 4 在斜索方向开有第四个孔洞，用于第三螺帽及垫板 17 与第二索头 16 连接，第二索头 16 与斜索 5 通过第二螺纹套筒 15 相连接；斜索 5 上端与网壳上弦节点 2 通过沿网壳球面径向可自由转动的第一销栓连接接头 7 相连接；竖压杆 3 下端与焊接空心球节点 4 通过可沿网壳法向自由转动的第二销栓连接接头 13 相连接，竖压杆 3 上端与上弦网壳节点 2 的连接采用沿网壳径向可转动的第三销栓连接接头 14 相连接。

所述的焊接空心球节点 4 由两半球焊接而成，在焊接前，将第一索头 10 一端连接于第二螺帽及垫板 11，并置于球内，另一端连有螺纹套筒 8，将第二索头 16 一端连接于第三螺帽及垫板 17，并置于球内，另一端连有螺纹套筒 15。穿过焊接空心球节点 4 的环索 6 锚固端先穿过支承管 12，支承管 12 一端焊接在焊接空心球节点 4 上，支承管 12 另一端焊接在第一螺帽及垫板 9 的垫板上。

本发明所使用的钢材、杆件的加工、索铸锚节点的制作、焊接空心球节点的加工、螺帽加工、高强度钢丝绳制作均已成熟。将索头一端连接于螺帽及垫板，并置于球内，此时焊接空心球节点时，应保护好索头、螺帽及垫板。同时，目前的张拉设备及系统也足够满足本发明的要求，已有多台张拉设备同时同步张拉控制技术，而且本发明中索的张拉可重复多次，为实现索力实测值与设计值一致提供了极大的便利。

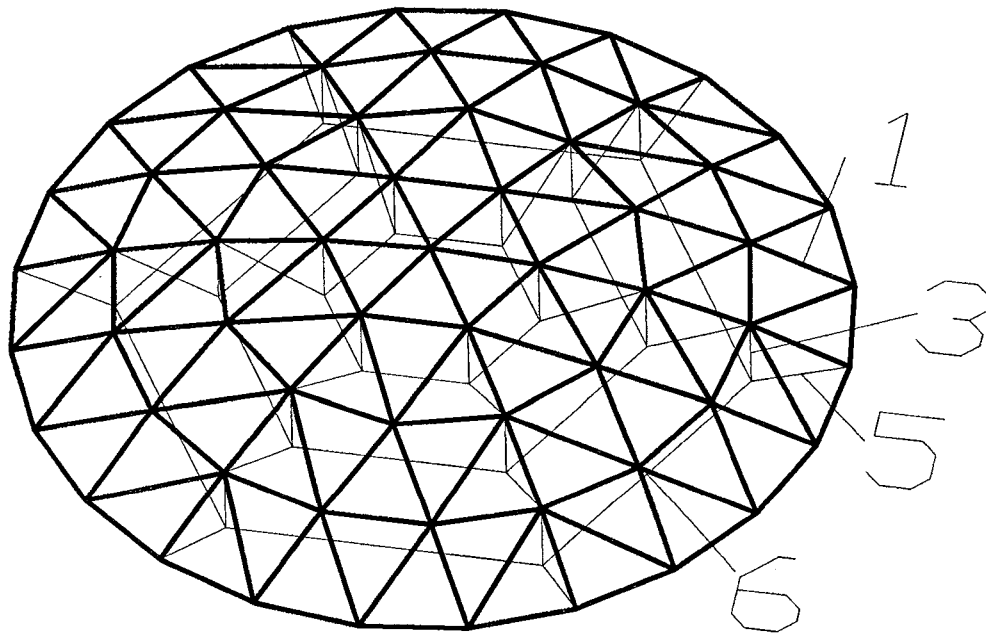


图 1

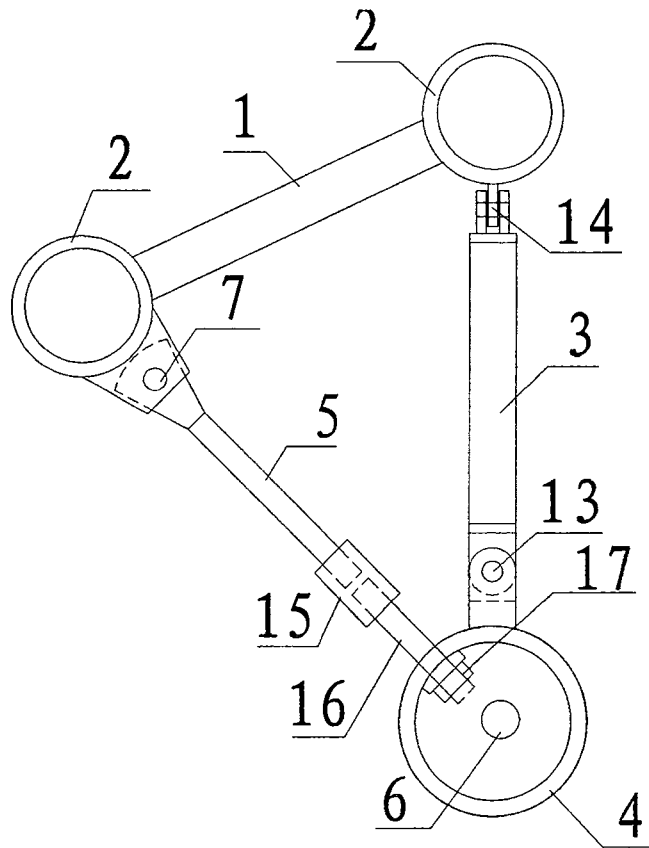


图 2

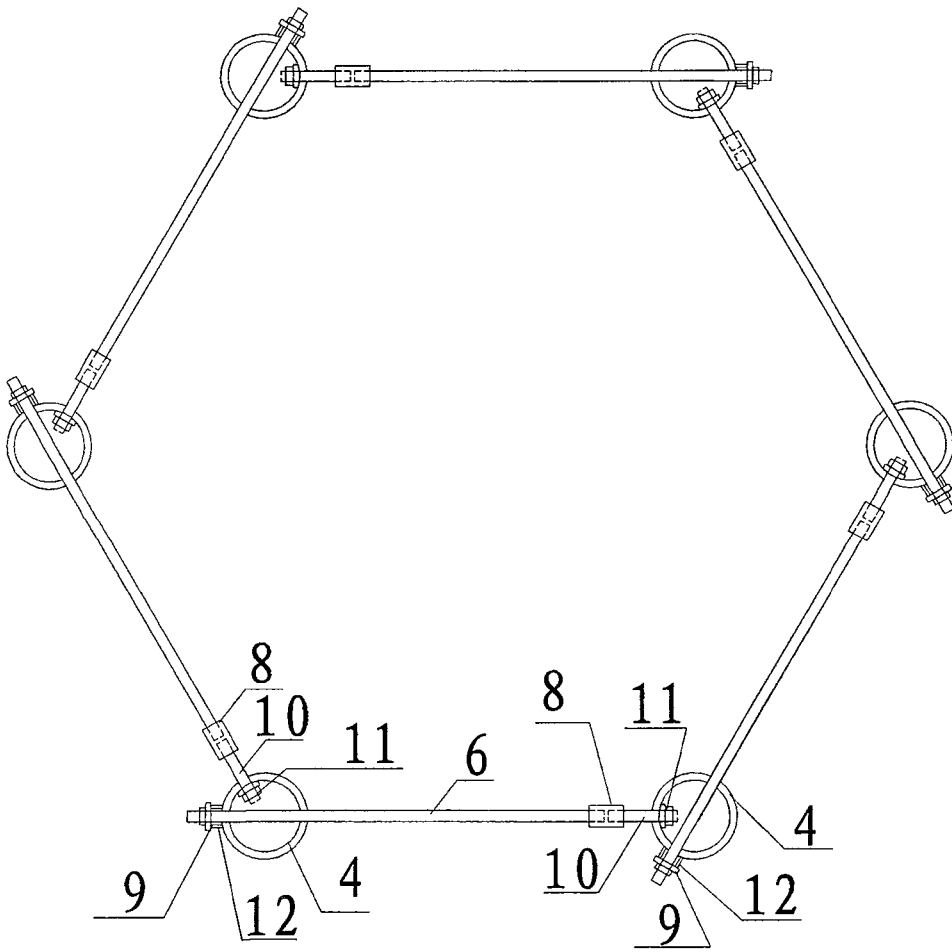


图3

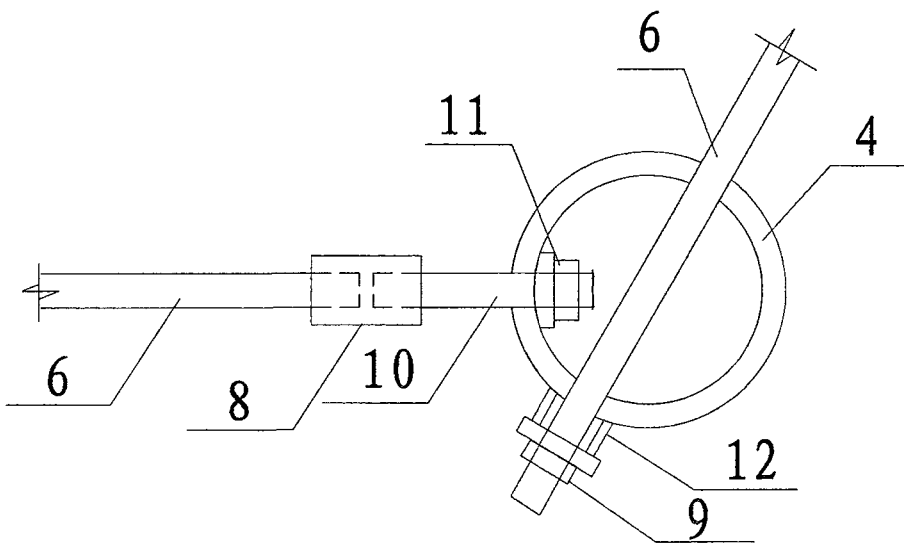


图4