中桥主轴总成的性能简述与装配质量保障

重庆大江工业集团汽车零部件公司 （401321） 李祥贵

中桥主轴总成是重型汽车主减速器中的一核心功能总件，其学名叫轴间差速器，这里所说的“轴”实际上指的是“桥”。它的功能是将前桥输入的动力与运动，经变速增扭后分别传递给左右轮边和后桥。从理论上说，该主轴总成应尽可能地将动力与运动无损耗地分解、传递到各接口。为此，中桥主轴总成应具备这样的性能：①灵敏地传递动力与运动，即主从动圆柱齿轮副和行星轮系的传动应在平滑无阻滞的状态下工作。②差速锁离合器的离合应自如。

1. 主轴总成简述

图1是我公司重型汽车SC2030中桥主轴总成结构图。在该主轴总成中，主轴是总成基础件，行星轮系是差动功能件，也是总成的关键件。由图1可见，该主轴总成有两个运动单元：主从动齿轮副即组合齿轮14和其配偶齿轮13为一运动单元，行星轮系为另一运动单元。从设计理念上说，齿轮副的传动应平稳、效率要高；行星轮系的运转应灵敏无阻滞（各传动件之间、运动件与静止件之间的摩擦阻力应尽可能小）。下面分析几个主要零件的关键及重要项目，并简述相应的检测方法。

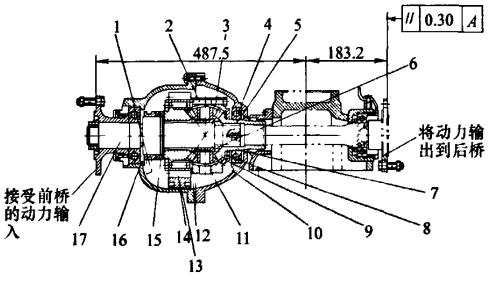


图1 轴间差速器主轴总成结构图

1. 拨叉 2. 螺栓 3. 球面垫圈 4. 轴承 5. 衬套 6. 锁止螺母 7. 贯通轴齿轮 8. 承推垫片 9. 右差速器壳 10. 行星齿轮 11. 十字轴 12. 左差速器壳 13. 从动圆柱齿轮 14. 组合齿轮（主动圆柱齿轮） 15. 承推垫圈 16. 差速锁离合器 17. 主轴

2. 十字轴的分析与检测方法

十字轴（理论上称为系杆）是行星轮系的基础件，四个行星齿轮分别装在该轴轴径为 $\phi 27_{s6}^{+0.048}{}_{+0.035}$ mm部位，若十字轴的 X 向轴线与 Y 向轴线的垂直度超差或 X 向、Y 向的轴线 A 与 B，或 C 与 D 的同轴度超差，抑或 X 向轴线与 Y 向轴线不在同一平面内，即不共面，则组装而成的行星轮系的运转将会出现卡滞，做时而运转加快，时而运转减慢的非匀速周转，进而导致对动力和运动的传递和分解以变动状态进行，使差速器不能正常工作。因此，十字轴的垂直度、同轴度和共面性是该零件的关键及重要项目，在设计图中该关键及重要项目以位置度的形式表示，如图2所示。

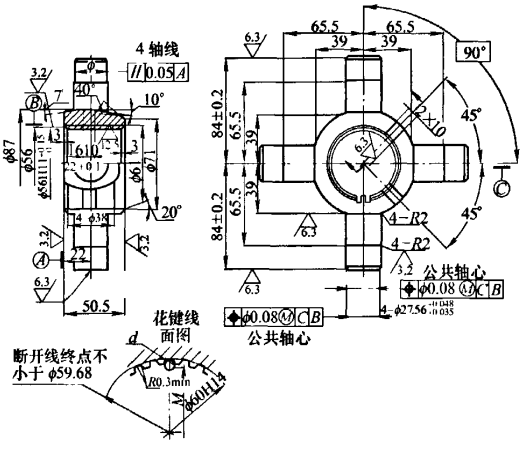


图2 十字轴设计图

如何检测该十字轴的位置度呢？由上述及该零件的位置度是由垂直度、同轴度和共面性综合构成的，可分别对这三个项目进行检测，其量规形式如图3所示。在图3中，十字槽上未开缺口者为在用量规“L”，开有缺口者为“L-B”（备用量规）。检测方法：位于同一轴向的孔槽检测十字轴的同轴度，两相互正交的孔槽检测十字轴的垂直度，若该十字轴的同轴度和垂直度均合

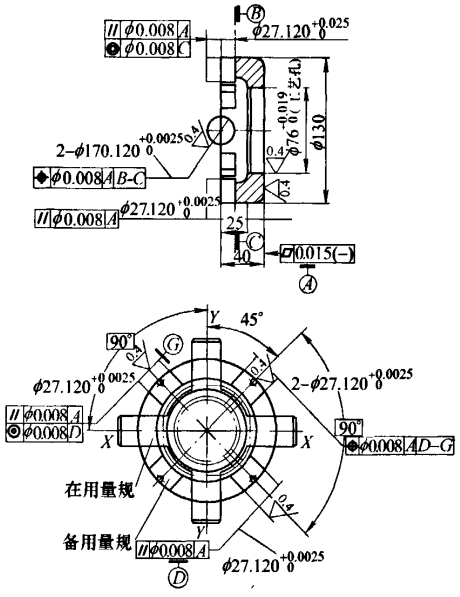


图3 检测十字轴同轴度和垂直度的量规

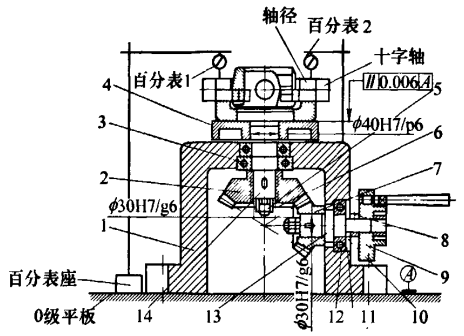


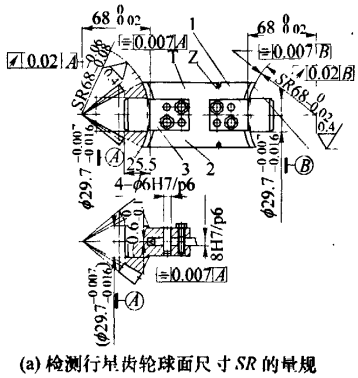
图4 十字轴四轴共面的检测量具和检测方法

1. 基座 2、7. 锥齿轮 3、12. 轴承 4. 回转盘 5、10. 垫圈 6. 螺母 8. 锁止垫圈 9. 手轮 11. 弹簧垫圈 13. 主动轴 14 从动轴

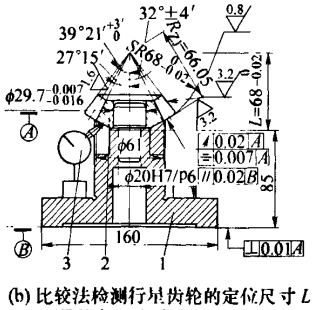
格，还不能说明该十字轴的轴线位置正确，因为 X 向轴线和 Y 向轴线是否共面不得而知，所以还必须对此进行检测。检测 X 向与 Y 向轴线是否位于同一平面的检测量具如图4所示。检测方法：将十字轴放入十字槽中，使百分表的表头与十字轴上任一轴径为 $\phi27s6$（$^{+0.048}_{+0.035}$）mm 的最高素线接触，转动手轮使圆盘回转 180°，则百分表1、百分表2上的最大示值之差 δ 就是该十字轴 X 向轴线和 Y 向轴线的共面性误差，该误差若在 0.08mm 范围内，则十字轴 X 向轴线和 Y 向轴线共面，否则不共面（四轴径的尺寸变动量极小，可以认为在共面性的误差构成中，尺寸变动量的影响为0）。

3. 行星轮的分析与检测方法

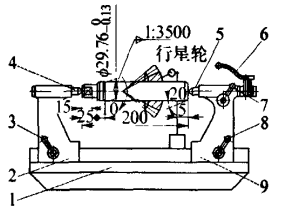
行星轮的背面是一凸球面，该球面与差速器壳的凹球面配合，若行星轮的凸球面球形尺寸不正确，将影响其与差速器凹球面的“贴合”，导致差速器运转受阻、加剧摩擦，使差速器壳凹球面被过早磨损而失效（该差速器壳为调质硬度，38～42HRC，行星轮为淬火硬度，60～64HRC），同时，该轮的齿轮精度也是重要项目，检测方法本文不予论述。对该行星轮的凸球面 R 及其定位尺寸 L，我们用球面量规 L－1T（通规）和 L－1Z（止规）检测 R 值，用比较法检测其定位尺寸 L，见图5a 和图5b。工件刨齿后，以齿圈定位，精车球面 R，工艺图上该球面的尺寸 $SR=68^{-0.06}_{-0.12}$mm 用图5a 所示的 R 量规检测，定位尺寸 $L=68^{0}_{-0.05}$mm 用图5b 中所示的方法检测，步骤是：先用标准齿轮（俗称样轮）调好百分表，



(a) 检测行星齿轮球面尺寸 SR 的量规
1、3. 定位塞规 2. 球面量板



(b) 比较法检测行星齿轮的定位尺寸 L
1. 测量基座 2. 标准齿轮 3. 百分表



(c) 在偏摆仪上检测行星轮球面 R 与齿轮中心的同轴度的方法

1. 底座 2. 左顶尖座 3. 左顶尖座锁紧手柄 4. 左顶尖 5. 右顶尖 6. 右顶尖伸缩手柄 7. 右顶尖锁紧手柄 8. 右顶尖座锁紧手柄 9. 右顶尖座

图 5

取下标准齿轮，换上待检工件，百分表上的示值差就是定位尺寸 L 的偏差，若该偏差在0～0.05mm内，则该工件的定位尺寸 L 合格。精车球面的工序中，球面中心与齿轮中心的同轴度是以球面的径向圆跳动（跳动量 δ_r = 0.05mm）的方式表示的。图5b所示也是检测球面 R 的中心与齿轮的中心是否同轴的方法之一，将百分表表头与工件球面接触，用手轻压工件使之与基座凹球面贴合，旋动工件一周，若实测值不大于0.05mm，则球面 R 的中心与齿轮中心的同轴度合格，该图中，R_{ZJ} = 66.05mm为锥距。图5c所示是在偏摆检查仪上利用心轴定位检测行星轮球面 SR 的中心与齿轮中心的同轴度误差的方法：将工件旋转一周，百分表上的示值之差，就是球面 SR 的中心与齿轮中心的同轴度误差。

4. 主轴总成的分析和装配质量的检测

主轴总成是由一个个单件组成的，如图6所示，各单件的加工质量均会影响其总成的装配质量，但即使各单件加工质量都合格，也难以确保装配质量达到设计要求，这里涉及到误差累积和装配操作要领问题。为了保证该总成满足设计要求，我们对主轴总成作了如下检测：①用手搓动组合齿轮5，该齿轮就会带动行星齿轮副转动，手感行星齿轮副运转时应灵活、无阻滞、无磕碰。②转动手轮25，则手轮将带动主轴转动，主轴转动就带动十字轴转动，这样四个行星轮8既随十字轴作公转运动又绕自己的轴线作自转运动，由此叠合而成主轴系统的差动运动，达到主轴总成的设计的目的。③为了保证十字轴右端面与锁止螺母11之间的轴向间隙 Δ_1，并确认该螺母不与贯通轴齿轮12干涉，应在承推垫圈4、组合齿轮5、左差速器壳6、十字轴7、行星齿轮8和球面垫圈15按图示装到主轴上，拧紧锁止螺母11后，用塞尺插入螺母与十字轴右端面之间的间隙中，检测该间隙 Δ_1 应在0.25～0.38mm范围内；继后再装入贯通轴齿轮12、承推垫片10、右差速器壳9和拧入螺栓16（四个，均布），在贯通轴齿轮上端面架上百分表，用手沿轴向拉动贯通轴齿轮，百分表的示值应在0.05～0.12mm范围内，该值即是承推垫片10与差速器壳9之间的间隙 Δ_2，该间隙是保证行星轮系转动灵活的条件之一。若该条件得不到满足，则可在承推垫片10的分组尺寸中另选择一组尺寸，再次组装至满足该条件止，见图6。④装入其余的螺栓并紧固。⑤装入轴承14。⑥最后沿轴向往复移动差速锁离合器3使之与组合齿轮的离合齿接合、脱离，若接合、脱离顺畅，则完成主轴总成的装配。

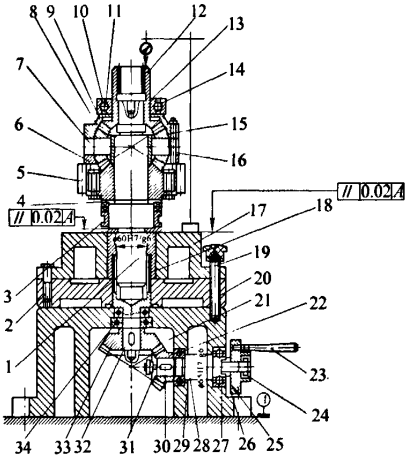


图6 主轴总成的检测方法

1. 主轴 2、16. 螺栓 3. 差速锁离合器 4. 承推垫圈 5. 组合齿轮 6. 左差速器壳 7. 十字轴 8. 行星齿轮 9. 右差速器壳 10. 承推垫片 11. 锁止螺母 12. 贯通轴齿轮 13. 衬套 14、34. 轴承 15. 球面垫圈 17. 上回转盘 18. 衬套 19. 插销 20. 下回转盘 21. 螺母 22、33. 锥齿轮 23. 手柄 24. 锁紧螺母 25. 手轮 26. 止动垫圈 27、31 垫圈 28. 手轮轴 29. 底座 30. 平键 32. 定位轴

5. 结语

重型汽车主减速器是汽车传动系中的关键总件，它的设计质量、加工质量、装配质量的优劣将决定该传动系的性能好坏，而主轴总成又是主减速器的关键总件，其质量状况将直接影响该主减速器的质量和性能。

因此，在确保设计质量的条件下，加工质量和装配质量就显得十分重要，而加工质量又须通过合理的工艺方案实现。从质量保障和控制论的角度来说，无论是由多精密的加工设备和工艺技术方法加工的零件，最终所得到的实物质量还必须经检测方可得到确认和验证。因此，汽车零部件的检测方法和检测技术水平不仅是衡量一个企业产品质量的一个标尺，而且是监控生产过程、核查工艺方案是否可行、促进设计部门对产品进行设计改进的推动力。**MW**

（收稿日期：20090205）